



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

PENGARUH MODIFIKASI SISTEM PENGAIRAN PADA SAWAH BUKAAN BARU TERHADAP PERGERAKAN DAN KETERSEDIAN SILIKA

SKRIPSI



**ANANDYAWATI
07113055**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2012**

**PENGARUH MODIFIKASI SISTEM PENGAIRAN
PADA SAWAH BUKAAN BARU
TERHADAP PERGERAKAN DAN KETERSEDIAAN SILIKA**

OLEH

**ANANDYAWATI
NO. BP. 07 113 055**

SKRIPSI

**SEBAGAI SALAH SATU SYARAT
UNTUK MEMPEROLEH GELAR
SARJANA PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2012**

**PENGARUH MODIFIKASI SISTEM PENGAIRAN
PADA SAWAH BUKAAN BARU
TERHADAP PERGERAKAN DAN KETERSEDIAAN SILIKA**

OLEH

**ANANDYAWATI
NO. BP. 07 113 055**

MENYETUJUI:

Dosen Pembimbing I



**(Dr. Ir. Darmawan, MSc)
NIP. 196609011992031003**

Dosen Pembimbing II



**(Prof. Dr. Ir. Dian Fiantis, MSc)
NIP. 196407091990012001**

**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**







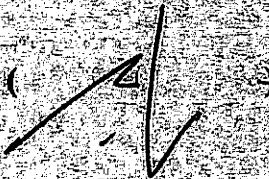
**(Prof. Ir. H. Ardi, MSc)
NIP. 195312161980031004**

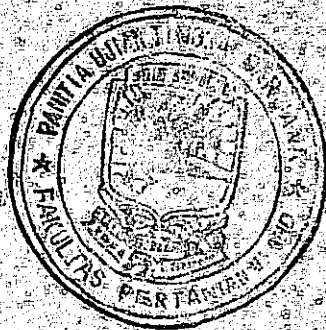
**Ketua Jurusan Tanah
Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**



**(Dr. Ir. Darmawan, MSc)
NIP. 196609011992031003**

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas, pada tanggal 20 September 2012.

No.	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1	Dr. Ir. Darmawan, MSc		Ketua
2	Dr. Ir. Gusnidar, MP		Sekretaris
3	Prof. Dr. Ir. Dian Fiantis, MSc		Anggota
4	Dr. Ir. Teguh Budi Prasetyo, MS		Anggota
5	Dr. Ir. Syafrimen Yasin, MS, MSc		Anggota



Jazaakumullaahu Khairan Katsiiran

Maka nikmat tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan? (Q.S.55 : 13)

Padamu aku bersyukur ya Allah. Untuk setiap udara yang bisa aku hirup dan hembuskan. Untuk setiap tetes hujan yang menyegarkan. Untuk setiap butir jengkal tanah yang bisa kutempati dan lalui. Untuk setiap siang dan malam yang Engkau pergilirkan sebaik-baiknya. Untuk setiap rahmat, nikmat dan karuniamu ya Allah. Segala puji bagimu. Tuhan seluruh Alam.

Karya kecil ini didedikasikan untuk Papa (Ahmad Syukri) dan Mama (Robi'ah). Terimakasih atas cinta dan kasih sayang Papa dan Mama. Untuk adik-adik tercinta Meirina "inut" Handayani, Al"aji" Fajri dan Rhaudha "iya" Zahira. Terimakasih untuk kebahagiaan di tengah kesederhanaan kita. Semoga selalu Islam menjadi jalan dan tujuan hidup kita. Aamiin ya Robbal'alamiin

BIODATA

Penulis dilahirkan di Bangkinang, Riau pada tanggal 20 September 1988 sebagai anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Ahmad Syukri dan Robi'ah. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) ditempuh di SDN 13 Bangkinang (1995-2001), Sekolah Menengah Pertama (SMP) ditempuh di SMPN 1 Bangkinang (2001-2004) dan Sekolah Menengah Atas (SMA) ditempuh di SMAN 1 Bangkinang (2004-2007). Pada tahun 2007 penulis diterima di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang, Program Studi Ilmu Tanah Jurusan Tanah.

Padang, September 2012

ANANDYAWATI

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT. Berkat rahmat, karunia dan nikmatNya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi dengan judul **“Pengaruh Modifikasi Sistem Pengairan Pada Sawah Bukaas Baru Terhadap Pergerakan dan Ketersediaan Silika”**. Shalawat beriringan salam semoga selalu tercurah kepada teladan kita Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan orang-orang yang mengikuti beliau hingga hari akhir. Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Universitas Andalas.

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis haturkan kepada Bapak Dr. Ir. Darmawan, MSc sebagai Pembimbing I dan Ibu Prof. Dr. Ir. Dian Fiantis, MSc sebagai Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dalam memberikan pengarahan, saran dan masukan, motivasi serta nasihat-nasihat dalam masa studi hingga penulisan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Pertanian dan jajarannya, Ketua dan Sekretaris Jurusan Tanah, segenap dosen dan karyawan Jurusan tanah, Kepala dan Analisis Laboratorium Jurusan Tanah yang telah memberikan bantuan serta dukungan. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan seperjuangan dan segenap pihak yang telah ikut serta berpartisipasi dalam penyelesaian skripsi ini. Akhir kata, besar harapan penulis skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pertanian khususnya ilmu tanah.

Padang, September 2012

A.W

DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
I. PENDAHULUAN.....	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah Sawah Bukan Baru.....	5
2.2 Karakteristik Kimia Tanah Sawah.....	6
2.3 Sumber Silika.....	8
2.4 Pengaruh Silika Secara Fisiologis Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi.....	9
III. BAHAN DAN METODA	
3.1 Waktu dan Tempat.....	12
3.2 Bahan dan Alat.....	12
3.3 Metoda Penelitian.....	12
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	13
3.5 Pengamatan.....	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakteristik Tanah Sawah Sebelum Perlakuan.....	18
4.2 Pola Pergerakan Silika (Si) pada Berbagai Modifikasi Sistem Pemberian Air.....	20
4.3 Pola Pergerakan Besi (Fe) pada Berbagai Modifikasi Sistem Pemberian Air.....	26
4.4 Pola Pergerakan Fosfor (P) pada Berbagai Modifikasi Sistem Pemberian Air.....	31
4.5 Pengaruh Posisi Petakan Terhadap Keseimbangan Hara.....	37
4.6 Analisis Tanah Setelah Panen.....	46
4.7 Produksi Tanaman.....	48
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
RINGKASAN.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

<u>Tabel</u>	<u>Halaman</u>
1. Reaksi reduksi-oksidasi utama pada tanah tergenang dalam urutan termodinamika secara sederhana.....	7
2. Sifat kimia tanah sawah bukaan baru sebelum perlakuan.....	19
3. Hasil analisis tanah setelah panen.....	46
4. Produksi, serapan P, dan SiO ₂ serta kandungan Fe akar selama satu musim tanam.....	49

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar</u>	<u>Halaman</u>
1. Denah Lokasi Penelitian di Lapangan.....	13
2. a. Pola Pergerakan silika pada masing-masing petakan pada perlakuan A (penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan).....	22
b. Pola Pergerakan silika pada masing-masing petakan pada perlakuan B (penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan).....	23
c. Pola Pergerakan silika pada masing-masing petakan pada perlakuan C (penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan).....	24
3. a. Pola Pergerakan besi (Fe) pada masing-masing petakan pada perlakuan A (penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan).....	27
b. Pola Pergerakan besi (Fe) pada masing-masing petakan pada perlakuan B (penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan).....	28
c. Pola Pergerakan besi (Fe) pada masing-masing petakan pada perlakuan C (penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan).....	29
4. a. Pola Pergerakan fosfor (P) pada masing-masing petakan pada perlakuan A (penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan).....	33
b. Pola Pergerakan fosfor (P) pada masing-masing petakan pada perlakuan B (penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan).....	34
c. Pola Pergerakan fosfor (P) pada masing-masing petakan pada perlakuan C (penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan).....	35
5. Kestimbangan Silika (Si).....	38
6. Kestimbangan Besi (Fe).....	41
7. Kestimbangan Fosfor (P).....	44

DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran</u>	<u>Halaman</u>
1. Jadwal Kegiatan Penelitian.....	59
2. Bahan Kimia yang Digunakan di Laboratorium.....	60
3. Alat-alat yang Digunakan Selama Penelitian.....	61
4. Prosedur Analisis Tanah dan Air Irigasi di Laboratorium.....	62
5. Prosedur Analisis Tanaman di Laboratorium.....	66
6. Deskripsi Tanaman Padi Varietas Mekongga.....	69
7. Kriteria Sifat Kimia Tanah.....	70

**PENGARUH MODIFIKASI SISTEM PENGAIRAN
PADA SAWAH BUKAAN BARU
TERHADAP PERGERAKAN DAN KETERSEDIAAN SILIKA**

ABSTRAK

Ketersediaan silika yang rendah pada tanah-tanah sawah bukaan baru merupakan salah satu persoalan yang menyebabkan penurunan produktivitas tanaman padi. Meskipun silika bukan merupakan unsur esensial, tetapi silika dibutuhkan tanaman padi untuk tumbuh dan berproduksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh dari sistem pengairan yang dimodifikasi terhadap pergerakan dan ketersediaan silika pada tanah sawah bukaan baru. Kegiatan penelitian dilakukan di Jorong Koto Agung Kiri, Blok B Sitiung I, Kecamatan Sitiung, Kabupaten Dharmasraya pada bulan April sampai September 2011. Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan yang terdiri dari 3 posisi petakan. Variasi penggenangan yang diuji adalah : A (penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan), B (penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan) dan C (penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi sistem pemberian air sawah dan posisi petakan mempengaruhi ketersediaan SiO_2 dalam sawah. Ditemukan bahwa input SiO_2 terbaik adalah pada penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan yaitu sebesar 11.8 kg/ha/momen irigasi pada posisi I. Berdasarkan total input perlakuan A, kandungan Si sebesar 122.46 kg/ha/musim tanam pada posisi I, 109.35 kg/ha/musim tanam pada posisi II dan 107,01 kg/ha/musim tanam pada posisi III. Total input perlakuan B sebesar 82.65 kg/ha/musim tanam pada posisi I, 80.85 kg/ha/musim tanam pada posisi II dan 76.31 kg/ha/musim tanam pada posisi III. Dan total input perlakuan C sebesar 53.3 kg/ha/musim tanam pada posisi I, 50.63 kg/ha/musim tanam pada posisi II dan 45.33 kg/ha/musim tanam pada posisi III.

THE EFFECT OF IRRIGATION SYSTEM MODIFICATION IN NEW ESTABLISHED SAWAH ABOUT MOVEMENT AND AVAILABLE OF SILICA

ABSTRACT

The availability of silicon (Si) is consider low in the new established sawah, it is one of the problem of decreasing of rice productivity. Althought Si is not an essential element, Si is needed by rice to grow and produce grains. The purpouse of this research was to determine the effect of irrigation system on the movement and availability of Si in the new established sawah. The research was carried-out at in Jorong Koto Agung Kiri Block B Sitiung I sub district Sitiung, Dharmasraya regency from August 2011 to January 2012. There were 3 variation of irrigation treatments with 3 plot positions. The treatments were consist of : A was 3 days submerged duration follow by 3 days of drying period; B was 6 days submerged duration follow by 3 days of drying period and C was 9 days submerged duration follow by 3 days of drying period. The results showed that modification of sawah irrigation system and plot position influence the avaibility of Si. It is found that the best of Si input was in the 6 days submerged duration follow by 3 days of drying period, with the amount of Si reaching 1.18 kg/ha/irrigation periode in the first position. Based on the input of total A treatment, the Si content was 122.46 kg/ha/plant periode in first position, 109.35 kg/ha/plant periode in second position and 107,01 kg/ha/plant period in the third position. The input total in B treatment, the Si content was 82.65 kg/ha/plant periode in first position, 80.85 kg/ha/plant periode in second position and 76.31 kg/ha/plant period in third position. And the input total in C treatment the Si content was 53.3 kg/ha/plant periode in first position, 50.63 kg/ha/plant periode in second position and 45.33 kg/ha/plant period in third position.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan pertumbuhan penduduk Indonesia juga menyebabkan kebutuhan masyarakat akan ketersediaan pangan mengalami peningkatan. Sebagaimana Food and Agricultural Organization (2002), menyatakan bahwa kebutuhan beras di beberapa negara pada tahun 2000 yaitu : Philipina 12,41 juta ton, Bangladesh 35,82 juta ton, India 134 juta ton, Vietnam 378.500 ton dan Indonesia 151 juta ton. Apabila angka pertumbuhan penduduk dan konsumsi beras masih bertahan seperti sekarang, maka 25 tahun mendatang, IRRI memperkirakan Indonesia memerlukan tambahan produksi beras sebesar 38 %.

Meningkatnya permintaan beras sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk merupakan salah satu permasalahan yang cukup besar dan rumit untuk dihadapi dan diselesaikan pada masa mendatang. Ketergantungan pada beras impor untuk menutupi kekurangan produksi dalam negeri menghadapi resiko ketidakpastian, sebab kondisi ketersediaan beras di pasar internasional juga tidak mencukupi. Masalah lain yang juga ikut memperburuk kondisi ini adalah alih fungsi lahan, seperti konversi lahan pertanian, khususnya lahan sawah untuk keperluan non pertanian terus terjadi seolah tanpa kendali. Hal ini sangat berpengaruh terhadap ketahanan pangan nasional, karena konversi lahan banyak terjadi di daerah-daerah yang menjadi sentral produksi beras nasional, termasuk Sumatera Barat.

Tingginya tingkat alih fungsi lahan sawah merupakan ancaman serius bagi pencapaian ketahanan pangan di masa yang akan datang. Untuk mengatasi ketergantungan terhadap impor beras adalah melalui pencetakan sawah baru dengan memanfaatkan lahan-lahan marginal, baik lahan kering marginal, lahan gambut dan rawa. Dari ketiga lahan marginal tersebut, lahan kering marginal penyebarannya paling luas di Indonesia. Jenis tanah yang mendominasi pada lahan ini adalah Ultisol dan Oxisol. Hampir setiap pulau di Indonesia terdapat lahan dengan jenis ini seperti di Kalimantan, Papua, Sumatera dan Sulawesi berturut-turut seluas \pm 30,01 juta hektar, 21,81 juta hektar, 20,05 hektar dan 14,68 juta hektar (Noor, 1996).

Pada umumnya sawah bukaan baru yang berasal dari tanah jenis Ultisol dan Oxisol selalu menghadapi banyak kendala. Kendala-kendala yang dihadapi apabila tanah tersebut dijadikan sawah bukaan baru adalah produktifitas tanah yang masih rendah dan kebutuhan air yang sangat tinggi. Produktivitas tanah berkaitan dengan tingginya tingkat kemasaman tanah, rendahnya unsur hara yang dibutuhkan tanaman serta adanya pengaruh unsur yang meracun, seperti Fe. Penelitian Satari *et al* (1990) memperlihatkan bahwa dalam keadaan reduksi kandungan Fe pada tanah sawah bukaan baru berjenis Ultisol di Sitiung Kabupaten Dharmasraya yaitu mencapai 674 ppm. Menurut Syahbuddin (2006) permasalahan dalam pengelolaan air pada tanah sawah bukaan baru adalah cepat terjadinya kehilangan air melalui perkolasi, karena pada tanah sawah bukaan baru belum terbentuk lapisan kedap air atau lapisan tapak bajak dibawah zona pengolahan tanah sehingga pada saat pelumpuran banyak membutuhkan air. Cepatnya laju kehilangan air tersebut menyebabkan efisiensi pemupukan rendah akibat pencucian (*leaching*) hara nitrogen (N), kalium (K), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg).

Untuk menghadapi persoalan tersebut, modifikasi sistem pemberian air dapat dijadikan sebagai salah satu solusi. Usaha dalam pengelolaan air dengan memodifikasi sistem pemberian air dilakukan dengan menggunakan sistem irigasi selang-seling dan sistem irigasi berulang. Sistem irigasi berulang pada hakekatnya adalah sistem irigasi dimana sumber air irigasi berasal dari limpahan air yang ada di kawasan atas.

Selain dengan memodifikasi sistem pemberian air, memperhatikan kebutuhan hara tanaman padi juga merupakan hal yang harus dilakukan. Unsur-unsur yang paling umum ditambahkan petani adalah nitrogen (N), kalium (K) dan fosfor (P). Selain unsur hara tersebut, silika merupakan unsur non esensial yang luput dari perhatian petani sawah. Ini terlihat dari tidak adanya penambahan silika ke dalam tanah.

Menurut Ma dan Takahashi (2002), secara alami sumber Si untuk tanaman padi berasal dari air irigasi dan tanah. Variasi kandungan Si tergantung pada bahan induk dan struktur geologi dari daerah aliran sungai. Tanah sawah membutuhkan air irigasi kira-kira 14.000 m³ per hektar selama masa pertumbuhan

padi. Silika dalam irigasi mempunyai pengaruh penting terhadap produksi padi. Silika memiliki peran yang penting bagi tanaman. Tanaman yang kahat silika menyebabkan permukaan daun, batang dan gabah kurang terlindungi oleh lapisan silikat yang kuat, akibatnya: (1) daun tanaman lemah terkulai, tidak efektif menangkap sinar matahari, sehingga produktivitas tanaman rendah/tidak optimal; (2) penguapan air dari permukaan daun dan batang tanaman dipercepat, sehingga tanaman mudah layu atau peka terhadap kekeringan; (3) daun dan batang menjadi peka terhadap serangan penyakit dan hama; (4) tanaman mudah rebah; dan (5) kualitas gabah (padi) berkurang karena mudah terkena hama dan penyakit. (Makarim *et al*, 2007).

Penelitian dari Jepang, Korea dan Cina juga menyatakan bahwa penambahan Si ke dalam tanah sawah dapat meningkatkan produktifitas tanaman padi sekaligus mampu memperbaiki sifat tanah (Kim, 2005; Lee, 2004; Kondorfer and Lepsch, 2001; Ma and Takahasi, 2002). Menurut Yukamgo dan Yuwono (2007) pemberian Si ke dalam tanah dapat mengendalikan sifat fisik dan kimia tanah, seperti mobilitas P, Al, Fe, Mn, menstabilkan agregat tanah dan memperbaiki porositas tanah. Hanafiah (2005) juga mengemukakan bahwa penambahan Si dapat meningkatkan ketersediaan P tanah. Peningkatan ini terkait dengan adanya pertukaran Si dengan P yang terfiksasi.

Silika sebagai unsur yang dibutuhkan oleh tanaman padi namun belum mendapatkan perhatian khusus dalam pengelolaan ketersediaannya. Sumber Si saat ini hanya berasal dari air irigasi saja. Sementara itu, perpindahan Si keluar areal persawahan melalui proses pemanenan dan pencucian tanpa diiringi dengan penambahan Si merupakan faktor utama dalam penurunan kandungan Si tersedia dalam tanah (Otsuka, 2000 dan Kyuma, 2004). Untuk mengoptimalkan Si yang berasal dari irigasi, maka diperlukan pengelolaan air irigasi yang tepat. Namun sampai saat ini belum ada penelitian yang mengkaji berapa kadar Si terlarut yang terbawa dan terangkut oleh pergerakan air irigasi dan drainase dengan memodifikasi cara pemberian air di lapangan.

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, maka penulis telah melakukan penelitian dengan judul: **Pengaruh Modifikasi Sistem Pengairan pada Sawah Bukaas Baru terhadap Pergerakan dan ketersediaan Silika.**

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh dari sistem pengairan terhadap pergerakan dan ketersediaan unsur hara silika bagi pertumbuhan dan produksi tanaman padi pada tanah sawah bukaas baru.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Sawah Bukaan Baru

Tanah sawah di Indonesia berasal dari jenis-jenis tanah yang cukup beragam, antara lain : Entisol, Inseptisol, Vertisol, Alfisol, Ultisol dan Histosol yang tersebar luas terutama di Jawa, Bali, Lombok, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Aceh dan Sulawesi Selatan. Sebagian besar tanah tersebut pada ketinggian kurang dari 500 m dari permukaan laut (Situmorang, 2001).

Tanah sawah bukan merupakan terminologi klasifikasi untuk suatu jenis tanah tertentu, melainkan istilah yang menunjukkan cara pengelolaan berbagai jenis tanah untuk budidaya padi sawah. Secara fisik, tanah sawah dicirikan oleh terbentuknya lapisan oksidasi atau di atas lapisan reduksi atau anaerobik di bawahnya sebagai akibat penggenangan (Sudadi, 2002).

Balai Penelitian Tanah (2007) menyatakan bahwa sawah bukaan baru dapat didefinisikan dari dua aspek yaitu umur sawah dan sifat tapak bajak : (1) waktu sejak sawah tersebut dicetak. Biasanya sawah yang dicetak dalam 10 tahun terakhir dikategorikan sebagai sawah bukaan baru. (2) Sifat tanah sawah bukaan baru. Sawah bukaan baru dicirikan oleh belum terbentuknya lapisan tapak bajak, sehingga penggunaan airnya relatif boros. Sawah bukaan baru yang berasal dari Mollisols relatif cepat membentuk lapisan tapak bajak dan sebaliknya yang berasal dari Oxisols atau Ultisols dengan agregat mantap akan sulit membentuk lapisan tapak bajak.

Umumnya sebagian besar lahan yang dibuka untuk pencetakan sawah baru adalah lahan-lahan yang didominasi oleh lahan marginal, seperti : tanah Organosol, Latosol dan tanah-tanah mineral masam (Ultisol dan Oxisol). Akan tetapi, lahan yang tersedia tersebut relatif kurang produktif untuk budidaya tanaman pangan (Burbey *et al*, 1990). Selanjutnya Lopulisa (1990) menambahkan bahwa tingkat dan teknik pengelolaan yang diterapkan baik dalam persiapan maupun pengelolaan sawah bukaan baru mempengaruhi produktivitas lahan sawah bukaan baru.

Menurut Rusman (1990), potensi areal yang dapat dijadikan untuk daerah persawahan baru perlu diketahui secara tepat. Adapun tanah-tanah mineral masam, seperti Ultisol dan Oxisol tersebar pada daerah yang mempunyai topografi daerah dataran sampai berombak. Khusus pada daerah-daerah yang mempunyai topografi datar sampai melandai akan memberikan kemungkinan untuk perluasan sawah baru dengan persyaratan adanya pengairan teknis.

Sawah bukaan baru dapat ditemukan sebagai suatu perluasan daerah perairan atau daerah pembetukan irigasi baru. Pembentukan daerah irigasi baru memerlukan pembuatan bendungan, saluran primer, skunder dan tersier, saluran pembuangan dan juga pengembangan lahan. Pada lahan kering, percontakan sawah baru sebagian besar dilakukan pada tanah Ultisol dan Oxisol. Sedangkan Ultisol dan Oxisol merupakan tanah marginal yang membutuhkan pengelolaan yang hati-hati (Balai Penelitian Tanah, 2007).

Proses-proses yang terjadi dalam tanah sawah berbeda dengan tanah bukan sawah. Hal ini disebabkan adanya lingkungan yang sangat tegas antara tergenang dan tidak tergenang. Selain daripada itu dalam tanah sawah selalu terjadi perubahan lingkungan yang silih berganti antara aerobik dan anaerobik. Pola pergantian antara aerobik dan anaerobik jarang dijumpai pada tanah bukan sawah (Situmorang dan Sudadi, 2001).

2.2 Karakteristik Kimia Tanah Sawah

Menurut Satari, Nurpilihan dan Sumarni (1990) tanah sawah adalah lahan yang digenangi air selama digunakan untuk budidaya padi. Proses reduksi terjadi saat penggenangan dan proses oksidasi setelah panen padi. Tanah sawah memperlihatkan perkembangan profil yang khas dan sangat berbeda dari sifat fisik, kimia dan biologi bila dibandingkan dengan sifat tanah aslinya. Akibat dari penyimpangan fisik adalah terbentuknya lapisan bajak dan kedap air serta terjadinya lapisan konkresi besi dan mangan.

Perubahan sifat kimia dan elektrokimia yang penting pada tanah sawah, yaitu : (1) Kehilangan oksigen, (2) reduksi atau penurunan potensial redoks (Eh), (3) Peningkatan pH tanah masam dan penurunan pH tanah alkalin, (4) peningkatan daya hantar listrik (DHL), (5) Reduksi dari Fe (III) ke Fe (II) dan

Mn (IV) ke Mn (II), (6) Reduksi dari NO₃⁻ dan NO₂⁻ ke N₂ dan N₂O, (7) reduksi SO₄²⁻ ke S²⁻, (8) Peningkatan sumber dan ketersediaan N, (9) Peningkatan ketersediaan P, Si dan Mo, (10) pengaruh konsentrasi Zn dan Cu larut dalam air, dan (11) Pembentukan CO₂, CH₄ dan hasil-hasil dekomposisi bahan organik, seperti asam organik dan H₂S (De data, 1981).

Perubahan keadaan oksidasi menjadi reduksi akan mengakibatkan terjadinya perubahan termodinamika (Tabel 1). Konsentrasi Fe biasanya lebih banyak daripada nitrat (NO₃⁻), mangan (Mn), hidroksida atau sulfat (SO₄⁻), sehingga merupakan reaksi reduksi terpenting yang terjadi pada tanah sawah terutama tanah sawah yang berasal dari jenis Ultisol dan Oxisol (Patrick dan Reddy, 1978).

Tabel 1. Reaksi reduksi-oksidasi utama pada tanah tergenang dalam urutan termodinamika secara sederhana.

Tahap	Eh (mV)	Reaksi
0	800	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$
1	430	$2NO_3^- + 12H^+ + 10e^- \rightleftharpoons N_2 + 6H_2O$
2	210	$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + H_2O$
3	130	$Fe(OH)_3 + 3e^- \rightleftharpoons Fe(OH)_2 + OH^-$
4	-180	Asam organik (laktat, piruvat) + 2H ⁺ + 2e ⁻ \rightleftharpoons alkohol
5	-200	$SO_4^{2-} + H_2O + 2e^- \rightleftharpoons SO_3^{2-} + 2OH^-$
6	-490	$SO_3^{2-} + 3H_2O_2 + 6e^- \rightleftharpoons S^{2-} + 6OH^-$

Sumber: Patrick and Reddy (1978)

Sifat fisik, kimia dan biologi tanah sawah dan tanah pada lahan basah lainnya sangat berbeda dibandingkan tanah pada lahan kering. Lansekap berteras-teras, adanya pematang dan penutupan tanah dengan lapisan genangan air melindungi tanah dari proses degradasi yang paling menentukan produktivitas lahan pada jangka panjang, yaitu erosi. Karakteristik utama tanah sawah yang menunjukkan keberlanjutan sistem budidaya padi sawah di Asia adalah sebagai berikut :

- a) Penggunaan tanah secara kontiniu tidak menyebabkan reaksi tanah menjadi semakin masam. Hal ini berkaitan dengan sifat kimia-fisik tanah tergenang, dimana penggenagan menyebabkan terjadinya konvergensi pH tanah menuju netral.

- b) Kondisi lansekap tanah sawah memungkinkan hara yang tercuci lebih cenderung tertampung kembali ke lahan dibawahnya daripada keluar dari sistem tanah.
- c) Fosfor lebih mudah tersedia bagi padi sawah karena pada kondisi tergenang besi lebih banyak berada dalam bentuk ferro daripada ferri, dimana ferro-fosfat lebih mudah tersedia daripada ferri-fosfat.
- d) Sebagian hara yang terserap tanaman padi tergantikan oleh hara terlarut dalam air irigasi.
- e) Populasi aktif organisme penambat nitrogen pada tanah sawah membantu mempertahankan tingkat ketersediaan nitrogen organik dalam jumlah yang cukup untuk mendukung tingkat produksi rata-rata.
- f) Karena tanah sawah bertopografi datar, dibatasi oleh pematang dan tertutup air genangan, maka tidak terjadi erosi.

Menurut Sanchez (1993), tanah yang akan dijadikan tanah sawah harus digenangi dan selanjutnya dilumpurkan. Penggenangan dapat merubah sifat kimia, fisika dan biologi tanah, sedangkan pelumpuran hanya merubah sifat fisika tanah seperti penghancuran agregat. Bila tanah digenangi, persediaan oksigen menurun hingga mencapai nol dalam waktu kurang dari sehari. Laju difusi oksigen udara melalui lapisan air sepuluh ribu kali lebih lambat dari pada melalui pori yang berisi udara. Mikroba anaerob dengan cepat akan menghabiskan udara karena berada dalam keseimbangan dengan oksigen yang terlarut dalam lapisan air yang tersisa dan menjadi aktif lagi atau mati. Mikroba fakultatif anaerob dan obligat aerob dengan cepat berkembang biak dan mengambil alih proses dekomposisi bahan organik tanpa menggunakan oksigen. Sebagai bahan gantinya digunakan komponen tanah yang teroksidasi untuk menangkap elektron.

2.3 Sumber Silika

Silika merupakan unsur penyusun litosfer kedua terbesar (27,61%) setelah oksigen (46,46%) : 60 % dari bebatuan basalt dan granit tersusun oleh SiO_2 serta lima dari tujuh kelompok mineral primer (kecuali kelompok fosfat dan karbonat) mengandung Si yang merupakan penyusun lempeng pada struktur liat silikat. Mineral liat (SiO_2) yang kristalin meliputi kuarsa. Tridimit dan kristobalit,

sedangkan yang non kristalin adalah opalin silika yang terbentuk secara biologis dari proses silifikasi rerumputan dan bagian pohon deciduous. Meskipun demikian, mineral Si seperti kuarsa merupakan mineral yang paling tahan pelapukan dibanding mineral non silikat. Maupun karena posisi Si yang menyusun lempeng dari struktur liat, maka ketersediaannya di dalam tanah juga selaras dengan kelambanannya mengalami pelapukan sehingga umumnya rendah (Hanafiah, 2005).

Menurut Nyakpa *et al* (1988) sumber utama Si tanah adalah mineral silikat. Unsur ini merupakan kedua terbanyak setelah oksigen yang terdapat dalam lithosfer. Dalam bentuk mineral, Si tidak tersedia bagi tanaman. Banyaknya unsur Si yang tersedia dalam tanah tergantung pada tingkat pelapukan dan resistensi mineral terhadap mineral-mineral yang resisten terhadap pelapukan seperti kuarsa, sehingga Si sukar tersedia bagi tanaman.

Silika dalam tanah dapat juga bersumber dari pupuk yang mengandung Si, dimana pupuk Si ini dapat meningkatkan ketersediaan P tanah. Mekanisme pemberian Si yang efektif dapat diukur dari penambahan P tersedia, yang dihasilkan dari pertukaran Si dengan P yang diadsorpsi oleh sesquioxida (Nyakpa *et al* 1988). Menurut Gascho (2001) sumber Si yang lain adalah dari sisa-sisa tanaman. Secara nyata pemberian sisa tanaman sebagai sumber Si tidak merupakan hal yang baru dalam pertanian. Beberapa sisa-sisa tanaman khususnya sekam padi dan tebu memiliki konsentrasi Si yang tinggi.

2.4 Pengaruh Silika Secara Fisiologis Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi

Rosmarkum dan Yuwono (2002) menyatakan bahwa silika termasuk ke dalam unsur hara pembangun (fakultatif) selain unsur Cl dan Na yang termasuk ke dalam unsur yang tidak penting, tetapi merangsang pertumbuhan tanaman dan dapat juga menjadi unsur penting untuk beberapa spesies tanaman tertentu. Unsur fakultatif disebut juga unsur yang menguntungkan (*beneficial element*) karena walaupun bukan unsur penting tetapi menyebabkan kenaikan produksi dan untuk sebagian tanaman tertentu menyebabkan kenaikan kualitas produksi.



Suzuki, (1997 *cit* Kyuma 2004) mengemukakan bahwa keuntungan dari Silika yaitu : membuat daun bendera lebih tegak sehingga daun dibawahnya lebih mudah melakukan fotosintesis dengan baik, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit seperti blast melalui pembentukan lapisan kutikula Si yang dapat berfungsi sebagai penghambat masuknya mikroorganisme, meningkatkan kekerasan batang yang dapat memperbaiki toleransi tanaman terhadap kekeringan.

Ebstein (1994) *cit* Darmawan (2008) melaporkan bahwa beberapa penelitian menunjukkan berbagai persoalan yang terjadi akibat kekurangan Si dalam tanah sawah. Peningkatan serangan penyakit yang disebabkan oleh jamur seperti blast serta sheats blight dan kerusakan vermin oleh wereng merupakan gejala umum yang ditemui di lapangan. Peneliti dari Jepang, Korea dan Cina melaporkan bahwa penambahan Si kedalam tanah sawah dapat meningkatkan produktifitas tanaman padi sekaligus mampu memperbaiki sifat tanah (Kim, 2005: Lee, 2004: Richmond and Sussman, 2003; Korndorfer and Lepsch, 2001 and Ma and Takahashi, 2002 *cit* Darmawan, 2008). Penambahan Si juga mengurangi kerusakan tanaman akibat stress iklim seperti angin kencang dan suhu tinggi, sebagai akibat dari meningkatnya ketebalan dinding batang dan ukuran batang tanaman padi.

Disamping keuntungan-keuntungan diatas, penambahan Si ke dalam tanah juga akan bisa menambang P yang sudah menumpuk di dalam tanah akibat penambahan pupuk P secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama. Karena senyawa P maupun Si sama-sama bermuatan negatif di dalam tanah dengan reaktifitas senyawa Si lebih tinggi dari P maka penambahan Si bisa membebaskan P dari ikatan tanah (Darmawan, 2008).

Makarim, Suhartatik dan Kartohardjono (1995) juga menjelaskan, tanaman kahat Si menyebabkan ketiga organ tanaman (batang, daun dan malai) kurang terlindungi oleh lapisan Si yang kuat, akibatnya : (1) Daun tanaman lemah terkulai, tidak efektif menangkap sinar matahari, sehingga produktifitas tanaman rendah/tidak optimal; (2) Penguapan air dari permukaan daun dan batang tanaman dipercepat, sehingga tanaman mudah layu atau peka terhadap kekeringan; (3) daun dan batang menjadi peka terhadap serangan penyakit dan hama; (4) Tanaman mudah rebah dan (5) Kualitas gabah (padi) berkurang karena mudah

terkena hama dan penyakit. Akibatnya, hasil optimal tanaman tidak tercapai, kestabilan hasil rendah dan mutu produk rendah.

Sejak 1995, rata-rata hasil padi petani Jepang meningkat hingga 6 ton/ha (IRRI,1993). Hal ini dapat terjadi dengan menyeimbangkan manajemen unsur hara dengan memasukkan pupuk Si. Sekarang penggunaan kerak silikat secara optimum, yaitu antara 1,5-3,0 ton/ha telah banyak digunakan di lahan sawah di Jepang (Kono, 1969; Takahashi dan Miyake, 1977). Peningkatan hasil 10 % terjadi ketika Si ditambahkan dan beberapa kali melebihi 30% ketika penyakit blast daun tidak ada (Yoshida, 1981).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan antara bulan April sampai bulan September 2011. Bertempat di Jorong Koto Agung Kiri, Blok B Sitiung I, Nagari Sungai Duo, Kecamatan Sitiung, Kabupaten Dharmasraya. Analisis tanah, air dan tanaman dilaksanakan di Laboratorium Kimia Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang. Jadwal kegiatan penelitian ini secara lengkap disajikan secara lengkap disajikan pada Lampiran 1.

3.2 Bahan dan Alat

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sawah bukaan baru yang ditanami padi secara terus-menerus dengan pola tanam minimal 5 kali musim tanam dalam kurun waktu 2 tahun secara terus menerus. Tanaman padi yang ditanam merupakan padi varietas lokal, yaitu padi Mekongga yang diperoleh dari petani pemilik lahan. Bahan yang digunakan di lapangan adalah pupuk antara lain Urea, KCl dan SP-36. Alat yang digunakan di lapangan adalah cangkul, bajak, parang dan pisau serta alat-alat di laboratorium adalah timbangan, spektrofotometer, mesin pengocok. Bahan dan alat yang digunakan secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2 dan Lampiran 3.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini berbentuk percobaan di lapangan dengan 3 perlakuan yang terdiri dari 3 posisi petakan, sebagai perlakuannya adalah perbedaan waktu pemberian air irigasi. Masing - masing perlakuan terdiri dari posisi 1, posisi 2 dan posisi 3. Perlakuan berdasarkan waktu pemberian air irigasi:

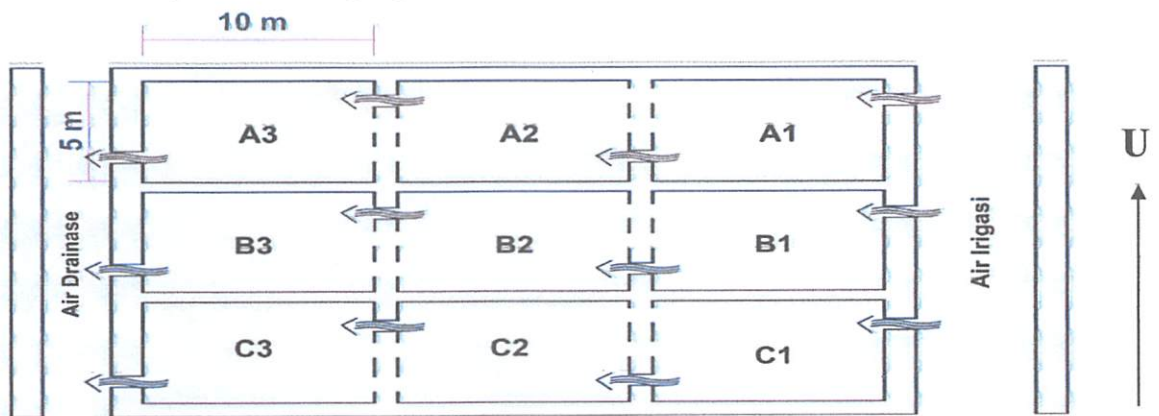
A = pemberian air irigasi selama 3 hari, diselingi dengan 3 hari pengeringan

B = pemberian air irigasi selama 6 hari, diselingi dengan 3 hari pengeringan

C = pemberian air irigasi selama 9 hari, diselingi dengan 3 hari pengeringan

Untuk melihat perbedaan masing-masing perlakuan pada petakan dilakukan pengambilan sampel air, tanah, dan tanaman dari masing – masing petakan.

Denah lokasi penelitian di lapangan disajikan dalam gambar berikut :



Gambar 1. Denah Lokasi Penelitian di Lapangan

Keterangan :

- 1,2, dan 3 = Posisi Petakan dari yang terdekat sampai yang terjauh dari irigasi
 A = Penggenangan selama 3 hari, diselingi dengan 3 hari pengeringan
 B = Penggenangan selama 6 hari, diselingi dengan 3 hari pengeringan
 C = Penggenangan selama 9 hari, diselingi dengan 3 hari pengeringan

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan lahan dan penyemaian

Lahan yang digunakan berada tepat di pinggir saluran irigasi. Persiapan lahan dimulai dengan pengolahan tanah menggunakan *hand tractor* hingga berlumpur, kemudian diairi, digenangi dan diratakan permukaannya dengan menggunakan garu serta dibuat tempat untuk penyemaian benih. Setelah itu dibuat petakan dengan ukuran 5 m x 10 m dengan masing-masing petakan pada bagian pinggir pematangnya dibuat saluran sedalam lebih kurang 5 cm dimana alirannya ke masing-masing petakan berlawanan antara aliran air masuk dan keluar. Hal ini bertujuan untuk memperlancar proses pengeringan.

Air irigasi disalurkan langsung dari saluran masuk ke petakan terdekat dan kemudian secara simultan mengalir ke petakan berikutnya. Hal ini bertujuan untuk melihat pergerakan unsur hara dari petakan yang paling dekat dengan saluran irigasi hingga petakan yang paling jauh dari saluran irigasi.

Sesuai dengan perlakuannya, penggenangan dilakukan dengan membuka pintu air masuk petakan posisi A-1, B-1, C-1 dan menutup pintu air keluar pada petakan posisi A-3, B-3 dan C-3. Air dibiarkan mengalir melalui petakan dari posisi 1 sampai posisi 3 hingga tergenang setinggi 5 cm pada setiap perlakuan. Selanjutnya pintu air masuk petakan A-1, B-1, dan C-1 ditutup untuk menghentikan aliran air. Sebaliknya, pada saat pengeringan dilakukan dengan cara menutup pintu air masuk petakan pada posisi A-1, B-1, dan C-1 hingga petakan dalam keadaan macak- macak sampai 3 hari masa pengeringan.

Penyemaian dilakukan sebelum benih padi ditanam ke sawah dengan luas persemaiannya adalah 2 m x 2 m. Benih yang digunakan adalah sesuai dengan varietas yang digunakan oleh petani setempat yaitu Padi Mekongga. Sebelum benih disemaikan, tanah untuk media persemaian dipersiapkan terlebih dahulu sesuai dengan pengolahan tanah untuk percobaan.

Benih padi yang disemai, terlebih dahulu direndam selama 24 jam dengan tujuan untuk memacu proses penyerapan air oleh benih sehingga kulit biji menjadi lunak. Benih yang mengapung dibuang, karena bukan benih yang baik untuk ditanam. Setelah itu benih ditiriskan dan diperam selama 36 jam agar perkecambahan berjalan lebih cepat. Selanjutnya benih ditaburkan pada lahan persemaian dengan waktu penyemaian selama 20 hari.

3.4.2 Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah dibutuhkan untuk menentukan kadar unsur hara dalam tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan sebanyak 2 kali secara komposit pada kedalaman 0 – 20 cm sebanyak 250 g. Waktu pengambilan sampel tanah adalah : (1) sebelum pengolahan tanah dan (2) setelah panen.

3.4.3 Penanaman dan Pemupukan

Lahan yang telah dipersiapkan diberikan pupuk sehari sebelum penanaman sesuai dengan rekomendasi petani setempat yaitu Urea sebanyak 100 kg/ha (setara dengan 500 g/petak) dan SP-36 sebanyak 150 kg/ha (setara dengan 750 g/petak) dan KCl sebanyak 75 kg/ha (setara dengan 375 g/petak). Selanjutnya dilakukan penanaman bibit padi yang berumur lebih kurang 20 hari, dengan jarak 20 cm x 20 cm dan jumlah bibit 5 bibit per lubang (sesuai dengan yang dilakukan petani setempat). Selanjutnya dilakukan pemupukan tahap kedua setelah tanaman padi

berumur 40 hari. Pupuk yang digunakan adalah pupuk Urea sebanyak 100 kg/ha (setara dengan 500 g/petak). Pada saat dilakukan pemupukan, aliran air kedalam sawah dihentikan sementara sehingga pada waktu pemupukan tanah berada pada kondisi agak basah. Tujuannya agar pupuk yang diberikan tidak hanyut bersama aliran air.

3.4.4 Pengambilan Sampel Air Irigasi

Pengambilan air dilakukan selama 60 HST pada setiap perlakuan dan posisi. Untuk perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan (A), pengambilan sampel air masuk sebanyak 10 kali dan sampel air keluar sebanyak 10 kali pada masing-masing posisi. Sedangkan perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan (B) pengambilan sampel air masuk sebanyak 7 kali dan pengambilan sampel air keluar sebanyak 6 kali pada masing - masing posisi. Kemudian perlakuan penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan (C) pengambilan sampel air masuk sebanyak 5 kali dan pengambilan sampel air keluar sebanyak 5 kali pada masing - masing posisi. Selanjutnya sampel air dianalisis untuk menentukan kandungan silika, P dan Fe. Pada setiap waktu yang telah ditetapkan sesuai dengan perlakuannya, petakan sawah digenangi dengan air irigasi setinggi 5 cm dan kemudian diambil sampelnya dan disebut dengan sampel air masuk (air irigasi). Setelah waktu penggenangan habis (3 hari untuk perlakuan A, 6 hari untuk perlakuan B dan 9 hari untuk perlakuan C) air tersebut dikeluarkan melalui saluran drainase dan kemudian diambil sampelnya dan disebut dengan sampel air keluar (air drainase)

Sampel air diambil sebanyak 600 ml dari saluran masuk (irigasi) dan saluran keluar (drainase) pada masing-masing petakan. Sampel air digunakan untuk menentukan kandungan silika dan unsur hara P dan Fe. Pengambilan sampel air irigasi diambil pada air masuk petak pertama, air masuk petakan kedua (air keluar petakan pertama), dan air masuk petakan ke tiga (air keluar petakan kedua). Sedangkan pengambilan sampel air drainase diambil pada air keluar petakan pertama, air keluar petakan kedua, dan air keluar petakan ketiga.

3.4.5 Pemeliharaan

Pemeliharaan padi di lapangan dilakukan penyiangan padi sebanyak dua kali yaitu pada umur 3 minggu atau 21 hari setelah tanam dan berikutnya pada umur 40 hari setelah tanam.

3.4.5 Panen dan pengambilan sampel tanaman

Pemanenan dilakukan setelah tanaman padi menguning, kira-kira berumur ± 90 hari, butir padi kira-kira 85% telah masak dan biji bila ditekan terasa padat. Pemanenan bagian atas tanaman (daun, batang, dan biji) dilakukan dengan memotong tanaman pada batas leher akar (± 2 cm dari permukaan tanah), kemudian dipisahkan antara gabah dengan jerami untuk selanjutnya ditimbang bobot basahnya. Diambil sampel tanaman sebanyak 100 g untuk setiap perlakuan dan dimasukkan ke dalam amplop.

3.5 Pengamatan

3.5.1 Pengamatan Tanah dan Air

Setiap sampel tanah yang dianalisis di laboratorium. Analisis tanah awal dan setelah panen meliputi : pH H₂O (1:2,5), Fe-dd, KTK, Ca-dd, Mg-dd, K-dd, P-tersedia dan Si . Penetapan pH diukur dengan pH meter, Fe-dd diekstraksi dengan KCl 1 N, diukur dengan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Kapasitas tukar kation (KTK), Ca, Mg, dan K yang dapat dipertukarkan dengan metode pencucian dengan ammonium asetat pH 7, diukur dengan AAS. P tersedia dianalisis dengan metode Bray-2, diukur dengan spektrofotometer dan Si dianalisis dengan metode Kolorimetrik dan diukur dengan spektrofotometer. Prosedur analisis secara rinci dijelaskan pada Lampiran 4. Hasil analisis sifat kimia tanah awal dan tanah setelah panen dinilai berdasarkan kriteria tanah.

Sedangkan sampel air yang dianalisis meliputi : Si, P dan Fe. Secara rinci juga dijelaskan pada Lampiran 4. Setelah itu data yang didapatkan dikonversikan ke kg per hektar dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Si Air (kg)} = \text{ppm} \times \text{volume}$$

$$\text{Volume} = \text{luas petakan} \times \text{tinggi genangan}$$

$$\text{Si Air (kg/ha)} = \frac{10.000 \text{ m}^2}{\text{Luas Petakan}} \times \text{Si Air (kg)}$$

3.5.2 Pengamatan Tanaman

Pengamatan sample tanaman antara lain : berat 1000 butir gabah, berat kering gabah, berat kering jerami dan analisis kandungan Si. Adapun kegiatan pengamatan tanaman dijelaskan sebagai berikut :

1. Berat Kering Jerami (ton/ha)

Jerami pada masing-masing petakan diambil sebanyak 5 rumpun padi, dirontokkan gabahnya dan ditimbang berat basah jerami. Kemudian diambil 100 g dari sampel tersebut dan dimasukkan ke dalam amplop. Sample tersebut diovenkan selama 2 x 24 jam dengan suhu 60°C sampai beratnya tetap, lalu ditimbang beratnya. Kemudian berat yang didapat dikonversikan ke ton per hektar (sama dengan cara pengkonversian berat kering gabah).

2. Berat Kering gabah

Gabah yang telah dirontokkan dari 5 rumpun hasil panen padi pada masing-masing petakan ditimbang beratnya, kemudian diambil 100 g dan sampel dimasukkan ke dalam amplop dan diovenkan selama 2 x 24 jam dengan suhu 60°C sampai beratnya tetap, lalu ditimbang beratnya. Selanjutnya berat yang didapat dikonversikan ke berat kadar air 14% dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ KA} = \frac{\text{Berat Basah} - \text{Berat Kering}}{\text{Berat Kering}} \times 100 \%$$

$$\text{KA (14 \%)} = \text{Berat Kering} \times 1,14$$

$$\text{Berat Gabah (g/rumpun)} = \frac{\text{Berat 5 Rumpun}}{5}$$

Hasil gabah per hektar dihitung dengan persamaan berikut :

$$\bar{\text{Berat Gabah}} (\text{ton/ha}) = \text{g/rumpun} \times \frac{\text{luas sawah per ha}}{\text{Jarak Tanam}}$$

3. Perhitungan Berat gabah 1000 butir

Gabah bernas yang diperoleh diambil pada setiap petakan sebanyak 1000 buah kemudian ditimbang. Bobot kering gabah didapatkan dengan menimbang gabah basah dari masing-masing petakan diambil sebanyak 100 g untuk selanjutnya dioven 2 x 24 jam dengan suhu 65°C - 70 °C. Setelah itu berat yang didapat dikonversikan ke berat KA 14% dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ KA saat pengukuran} = \frac{\text{Berat Basah} - \text{Berat Kering}}{\text{Berat Kering}} \times 100 \% = X$$

$$\text{Bobot Kering Tetap} = \frac{\text{Bobot Saat Pengukuran}}{1 + X} = Y$$

$$\text{Bobot Kering 14 \%} = Y \times 1,14 \text{ (kg/petak)}$$

$$X = \text{KA saat pengukuran}$$

$$Y = \text{Bobot kering tetap}$$

4. Analisis kandungan Si tanaman (biomassa tanaman)

Analisis serapan Si tanaman dilakukan dengan cara mengambil sampel bagian tanaman (batang, daun dan biji) dari masing-masing petak pada saat tanaman dipanen. Sampel tanaman tersebut dimasukkan ke dalam amplop, kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C. Selanjutnya dipotong dan digrinder agar halus untuk dilakukan analisis. Metode dan prosedur analisis Si tanaman ini disajikan pada Lampiran 5.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Tanah Sawah Sebelum Perlakuan

Hasil analisis sifat kimia tanah pada tanah sawah bukaan baru di Jorong Koto Agung Kiri, Blok B Sitiung I, Nagari Sungai Duo, Kecamatan Sitiung, Kabupaten Dharmasraya dengan sampel tanah yang diambil pada kedalaman 0 - 20 cm disajikan lengkap pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat kimia tanah sawah bukaan baru sebelum perlakuan

No	Sifat kimia tanah	Nilai	Kriteria
1.	pH H ₂ O (1: 2.5)	5.06	Masam*
2.	P-Tersedia (ppm)	3.34	Sangat rendah*
3.	Fe-dd (ppm)	43.54	Tinggi*
4.	KTK (me/100g)	4.40	Sangat rendah*
5.	K-dd (me/100g)	0.37	Rendah*
6.	Ca-dd (me/100g)	0.10	Sangat Rendah*
7.	Mg-dd (me/100g)	0.11	Sangat Rendah*
8.	SiO ₂ (ppm)	56.37	Kurang**

Sumber : *) Staf Pusat Penelitian Tanah (1983; *cit* Hardjowigeno, 2003)

**) Tim Teknis Tanah dan Air Fatemata IPB (*cit*. Faisal, 1994)

Berdasarkan hasil analisis sifat kima tanah sawah bukaan baru sebagaimana yang disajikan pada Tabel 1 terlihat bahwa tanah sawah yang digunakan dalam penelitian memiliki tingkat kesuburan yang rendah seperti : pH tanah yang tergolong ke dalam kriteria masam, P-Tersedia yang sangat rendah, Fe-dd yang tinggi, KTK tanah yang sangat rendah, kandungan basa-basa seperti K-dd yang rendah, Ca-dd dan Mg-dd yang sangat rendah, serta kandungan SiO₂ yang kurang. Persoalan utama yang dihadapi dalam tanah sawah bukaan baru adalah produktivitas tanah yang rendah. Tanah yang menjadi lahan penelitian ini adalah lahan yang baru disawahkan selama 4 tahun. Dengan adanya penggenangan dan pengeringan memungkinkan untuk menghadapi persoalan-persoalan terkait dengan tingkat kemasaman, konsentrasi toksik Al, Mn dan Fe yang meracun dan ketersediaan hara yang rendah. Selain itu pengelolaan air juga menjadi persoalan dalam pengembangan sawah bukaan baru ini. Lapisan tapak bajak yang masih tipis menyebabkan kebutuhan air yang cukup besar, kehilangan

air melalui perkolasi juga menyebabkan pencucian beberapa hara seperti N, K, Ca dan Mg.

Suharta dan Sukardi (1994) menyatakan bahwa lahan untuk sawah bukaan baru di Sumatera umumnya mempunyai status kesuburan hara yang rendah dan sangat rendah. Hal ini disebabkan karena tanah-tanah di daerah Sumatera bahan induknya volkan tetapi umumnya volkan tua dengan perkembangan lanjut oleh sebab itu miskin hara, dengan kejenuhan basa rendah bahkan rendah bahkan sangat rendah, kandungan bahan organik, hara N, P, K dan KTK umumnya rendah.

Tanah sawah bukaan baru ini juga digolongkan kepada kriteria masam, selain pengaruh jenis tanah yang merupakan tanah Ultisol hal ini juga di pengaruhi oleh kondisi iklim. Sebagaimana menurut Hakim *et al* (1986) bahwa kemasaman tanah merupakan hal yang biasa terjadi di wilayah-wilayah yang bercurah hujan tinggi yang menyebabkan tercucinya basa-basa dari komplek jerapan dan hilang melalui air drainase. Pada keadaan basa-basa habis tercuci maka tertinggallah Al dan H sebagai kation yang lebih dominan yang menyebabkan tanah bereaksi masam.

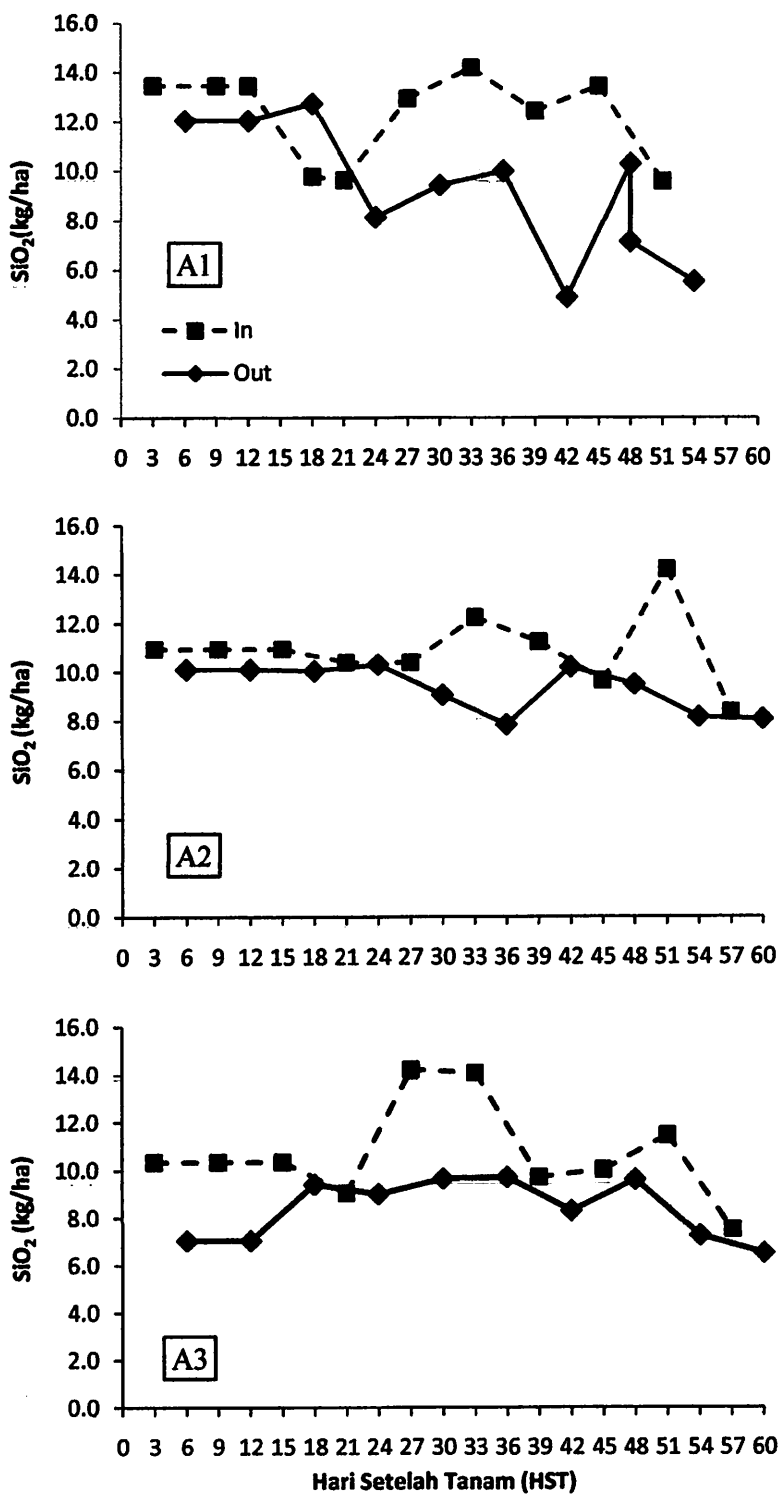
4.2. Pola Pergerakan Si pada Berbagai Sistem pemberian Air Irigasi

Silika merupakan salah satu unsur hara pembangun yang dibutuhkan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi dalam jumlah yang lebih besar jika dibandingkan N, P dan K. Sumber silika pada sawah yang dijadikan lahan percobaan ini hanya bersumber dari irigasi dan tidak pernah mendapatkan tambahan dari luar seperti pemberian pupuk. Dapat terlihat dari Gambar 2, modifikasi sistem pemberian air irigasi menyebabkan adanya fluktuasi terhadap kandungan silika.

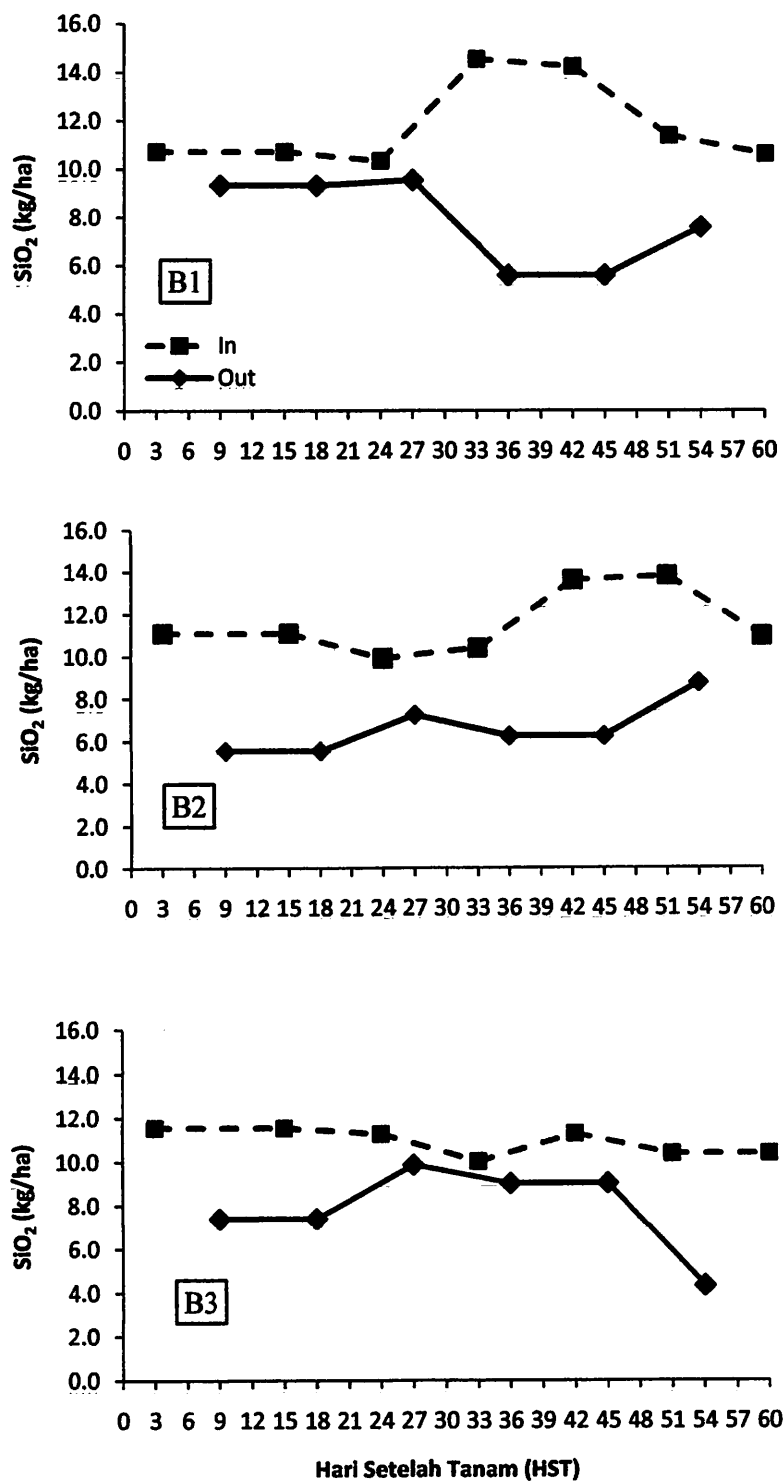
Hasil analisis air irigasi yang disajikan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa input SiO_2 selalu lebih besar jika dibandingkan dengan outputnya. Posisi I, pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan input SiO_2 sebesar 12.5 kg/ha/momen irigasi sedangkan outputnya adalah sebesar 9.24 kg/ha/momen drainase, pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan input SiO_2 adalah sebesar 11.8 kg/ha/momen irigasi dan outputnya

7.84 kg/ha/momen drainase, dan pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan input SiO_2 sebesar 10.7 kg/ha/momen irigasi sedangkan outputnya sebesar 6.92 kg/ha/momen drainase. Nilai input dan output SiO_2 pada posisi II juga menunjukkan inputnya lebih besar jika dibandingkan dengan outputnya yaitu sebesar 10.94 kg/ha/momen irigasi dan 9.33 kg/ha/momen drainase pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan, 11.55 kg/ha/momen irigasi dan 6.6 kg/ha/momen drainase pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan dan 10.13 kg/ha/momen irigasi dan 7.43 kg/ha/momen drainase pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan.

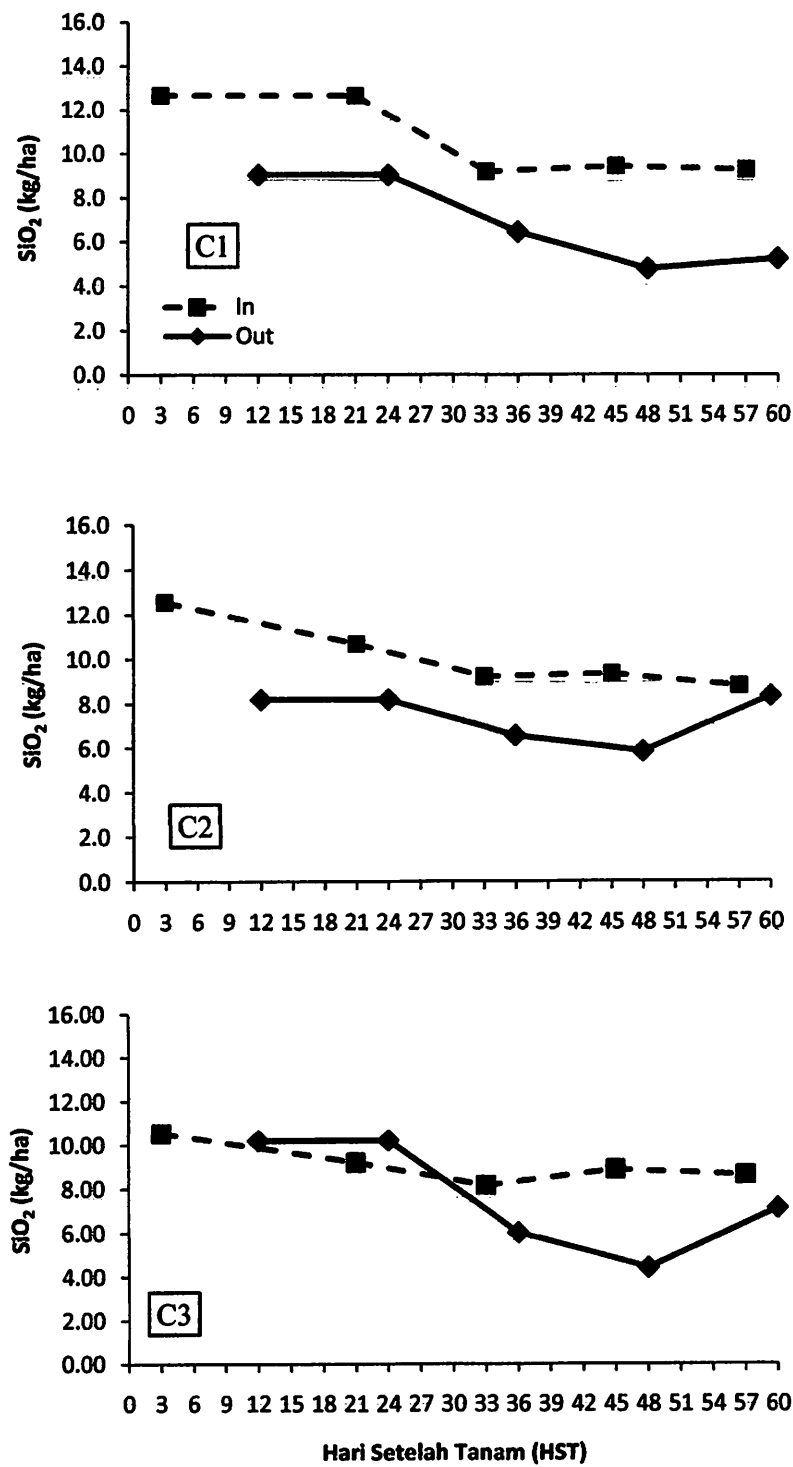
Posisi III, pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan input SiO_2 sebesar 10.7 kg/ha/momen irigasi sedangkan outputnya adalah sebesar 8.35 kg/ha/momen drainase, pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan input SiO_2 adalah sebesar 10.9 kg/ha/momen irigasi dan outputnya 7.83 kg/ha/momen drainase, dan pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan input SiO_2 sebesar 9.07 kg/ha/momen irigasi sedangkan outputnya sebesar 7.58 kg/ha/momen drainase. Input SiO_2 tertinggi terdapat pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan yaitu sebesar 12.5 kg/ha/momen irigasi pada posisi I dan selanjutnya diikuti oleh penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan yaitu sebesar 11.8 kg/ha/momen irigasi pada posisi I dan 11.55 kg/ha/momen irigasi posisi II. Hal ini disebabkan karena Posisi I dan Posisi II merupakan posisi yang dekat dengan irigasi dan mendapatkan sumbangan SiO_2 secara langsung dari irigasi kandungan SiO_2 lebih banyak. Sistem pengairan yang digunakan pada sawah ini adalah sistem irigasi berulang. Air irigasi dialirkan dari petakan yang satu secara simultan ke petakan yang lain. Hal ini memungkinkan hara mengalami perpindahan dengan jumlah yang semakin sedikit pada petakan yang terjauh dari sumber irigasinya. Menurut Ma dan Takahashi (2002), jika tanah diairi dengan 14.000 ton air irigasi/ha, akan menyumbangkan kira-kira SiO_2 sebesar 300 kg/ha. Input SiO_2 terendah terdapat pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan yaitu sebesar 9.07 kg/ha/momen irigasi pada posisi III.



Gambar 2.a Pola pergerakan silika pada masing-masing petakan pada perlakuan A (penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan)



Gambar 2.b Pola pergerakan silika pada masing-masing petakan pada perlakuan B (penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan)



Gambar 2.c Pola pergerakan silika pada masing-masing petakan pada perlakuan C (penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan)

Pada Gambar 2 juga terlihat bahwa rata-rata SiO_2 mengalami peningkatan pada saat awal masa tanam namun kemudian mengalami penurunan pada 18 HST. Penurunan pada 18 HST ini dikarenakan tanaman padi menggunakan SiO_2 untuk tumbuh dan berkembang. Ponnampuruma (1978) menjelaskan bahwa konsentrasi Silika pada tanah sawah agak meningkat setelah tanah di genangi, kemudian konsentrasinya dapat lebih rendah dibandingkan dengan saat tanah tersebut di genangi. Penurunan SiO_2 pada 18 HST ini dikarenakan SiO_2 digunakan oleh tanaman

Setelah penurunan pada 18 HST, terjadi peningkatan SiO_2 pada 33 HST. Hal ini dipengaruhi oleh lamanya waktu penggenangan yang menyebabkan SiO_2 menjadi tersedia. Lahan sawah mempunyai sifat dan ciri tanah yang spesifik. Perlakuan penggenangan menyebabkan terjadinya perubahan pH, turunnya potensial redoks dan perubahan perilaku unsur hara (Indriana, 2008). Menurut Ponnampuruma (1978) *cit* Puslittanak, (2000) perubahan tanah sawah yang terjadi setelah penggenangan salah satunya adalah penurunan potensial redoks. Penurunan Eh yang disebabkan oleh penggenangan berpengaruh positif dan negatif terhadap pertumbuhan padi. Pengaruh positifnya antara lain meningkatkan pasokan N, P, K, Fe, Mn, Mo, dan Si. Pengaruh negatifnya antara lain: hilangnya nitrogen karena denitrifikasi, menurunnya ketersediaan sulfur, tembaga dan seng. Mc Keague dan Clene, 1963 (*cit* Prasetyo *et al* 2004) juga menjelaskan bahwa penggenangan tanah sawah akan meningkatkan ketersediaan silika. Hal ini di duga karena terlepasnya ion Si dari Fe dan Al amorph yang mengalami reduksi serta adanya kenaikan pH tanah yang tergenang

Penurunan terjadi lagi pada rata-rata 45 HST. Selain hilang karena pencucian, SiO_2 juga dapat berkurang karena dimanfaatkan oleh tanaman yang memasuki masa vegetatif maksimum. Penurunan hara silika juga dapat disebabkan karena tidak adanya penambahan hara ini ke dalam tanah sementara penyerapan oleh tanaman masih berlangsung. Selain itu proses pengeringan juga memungkinkan SiO_2 ikut terbawa keluar bersama air drainase. Otsuka (2000) dan Kyuma (2004) menyatakan bahwa perpindahan silika keluar areal persawahan melalui proses pemanenan dan erosi tanpa diiringi dengan penambahan silika

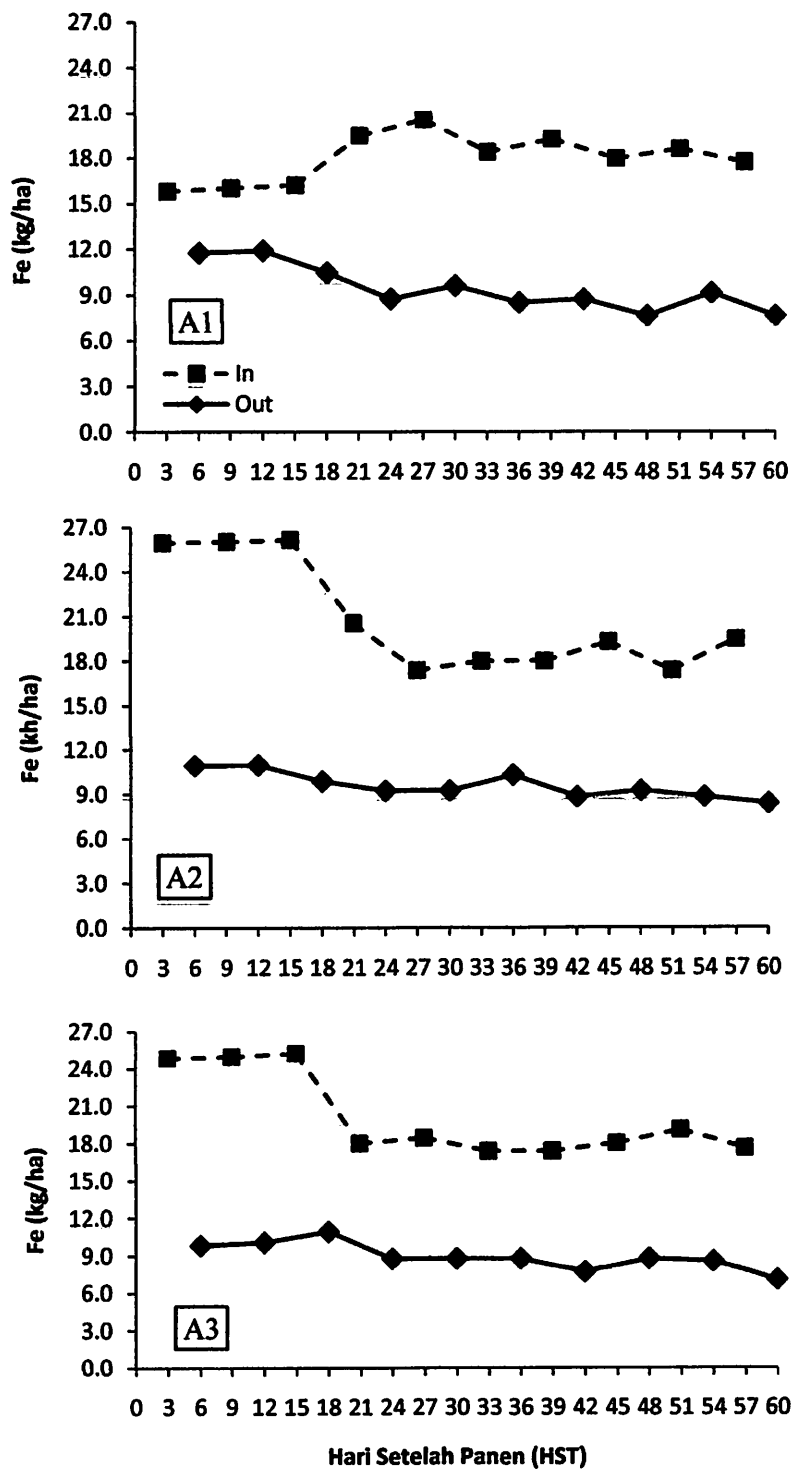
secara artifisial diduga merupakan faktor utama dalam proses penurunan kandungan silika tersedia dalam tanah.

Selain itu, Yukamgo dan Yuwono (2005) juga menjelaskan bahwa di wilayah tropika basah seperti di Indonesia, dimana rata-rata curah hujan dan suhu relatif tinggi, tanah umumnya memiliki kejenuhan basa dan kandungan silika rendah serta mengalami akumulasi alumunium oksida. Proses ini disebut desilikasi. Silika dilepaskan dari mineral-mineral yang terlapuk, kemudian terbawa aliran air drainase atau tanaman yang dipanen. Potensi kehilangan silika dari tanah-tanah tropika bisa mencapai 54,2 kg per ha setiap tahun atau 200 kali lebih banyak dibanding Al yang hilang hanya 0,27 kg per ha dalam setahun. Berbeda dengan unsur hara lainnya, kehilangan silika dari tanah jarang sekali dikompensasi melalui pemupukan. Konsentrasi asam monosilikat (bentuk silika yang tersedia bagi tanaman) cenderung terus berkurang pada lahan-lahan pertanian yang dibudidayakan secara intensif.

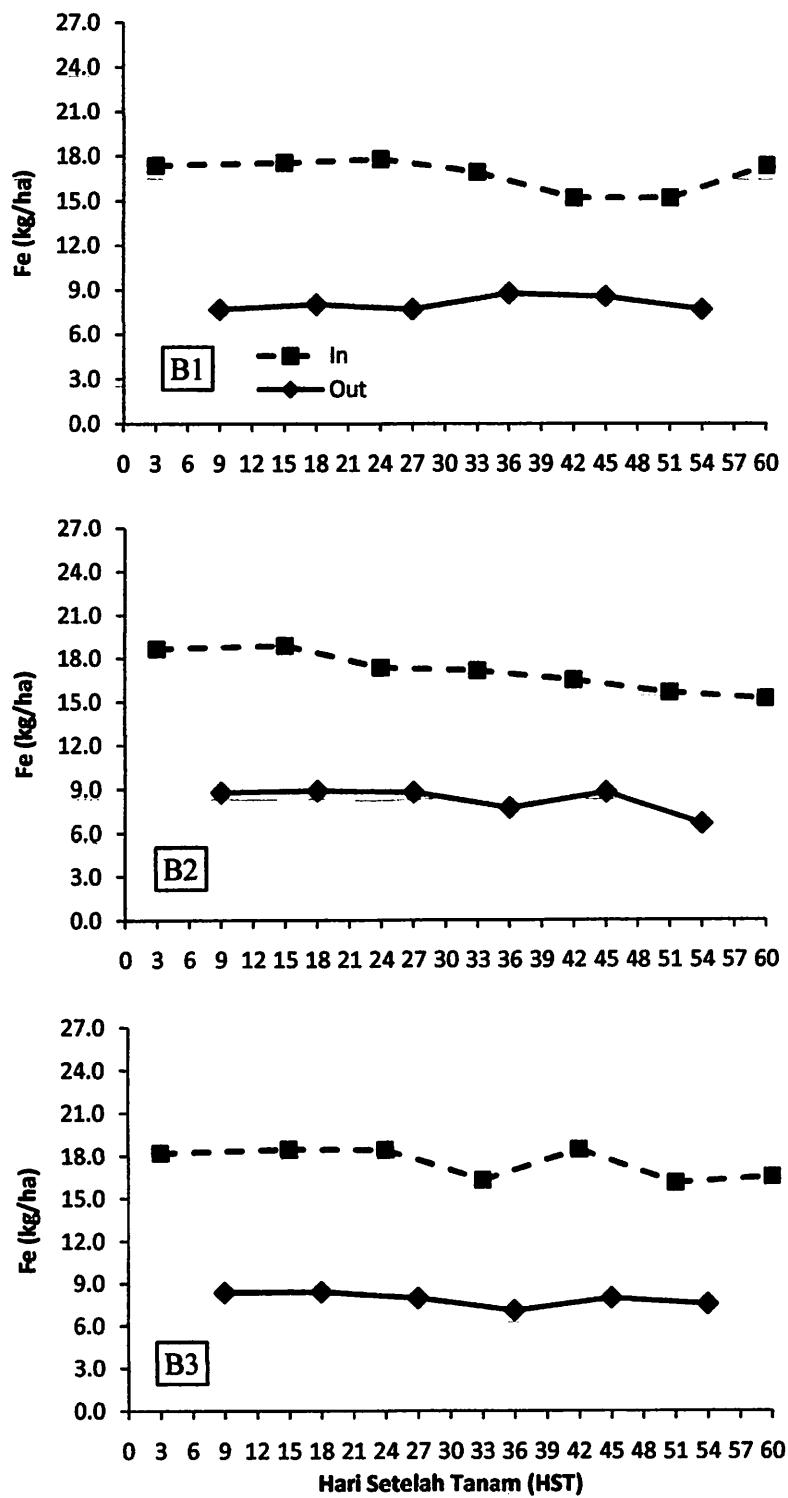
4.3. Pola Pergerakan Besi (Fe) pada Berbagai Sistem pemberian Air Irigasi

Hasil analisis laboratorium terhadap pola pergerakan besi (Fe) pada berbagai modifikasi sistem pemberian air irigasi dapat dilihat pada Gambar 3. Pada posisi I, penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan posisi I, rata-rata input Fe setiap momen pemberian air tercatat sebanyak 18.03 kg/ha/momen irigasi dengan output sebanyak 9.46 kg/ha/momen drainase, posisi II rata-rata input Fe setiap momen pemberian air tercatat sebanyak 20.82 kg/ha/momen irigasi dengan output sebanyak 9.56 kg/ha/momen drainase dan posisi III rata-rata input Fe setiap momen pemberian air tercatat sebanyak 20.09 kg/ha/momen irigasi dengan output sebesar 8.94 kg/ha/momen drainase.

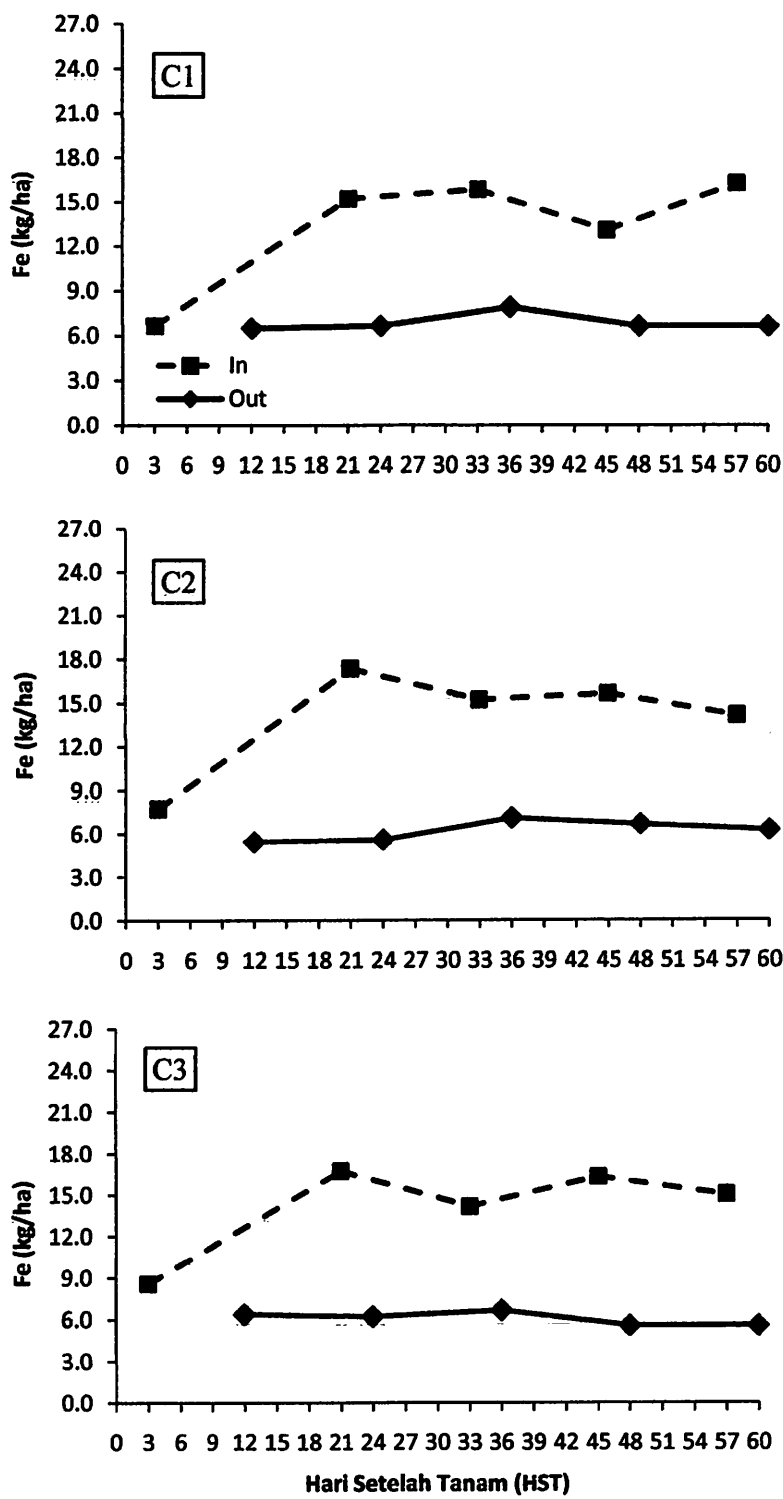
Pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan posisi I rata-rata input Fe setiap momen pemberian air tercatat sebanyak 16.77 kg/ha/momen irigasi dengan output sebanyak 8.09 kg/ha/momen drainase, posisi II rata-rata input Fe setiap momen pemberian air tercatat sebanyak 17.05 kg/ha/momen irigasi dengan output sebanyak 8.27 kg/ha/momen drainase,



Gambar 3.a Pola pergerakan besi (Fe) pada masing-masing petakan pada perlakuan A (penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan)



Gambar 3.b Pola Pergerakan Besi (Fe) pada masing-masing petakan pada perlakuan B (penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan)



Gambar 3.c Pola pergerakan besi (Fe) pada masing-masing petakan pada perlakuan C (penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan)

posisi III rata-rata input Fe setiap momen pemberian air tercatat sebanyak 17.49 kg/ha/momen irigasi dengan output sebesar 7.86 kg/ha momen drainase. Penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan posisi I, rata-rata input Fe setiap momen pemberian air tercatat sebanyak 13.41 kg/ha/momen irigasi dengan output sebanyak 6.87 kg/ha/momen drainase, posisi II rata-rata input Fe setiap momen pemberian air tercatat sebanyak 14.01 kg/ha/momen irigasi dengan output sebanyak 6.19 kg/ha/momen drainase, posisi III rata-rata input Fe setiap momen pemberian air tercatat sebanyak 14.14 kg/ha/momen irigasi dengan output sebanyak 6.07 kg/ha/momen drainase.

Kandungan Fe tertinggi berada pada penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan, yaitu pada posisi I rata-rata input Fe setiap momen pemberian air tercatat sebanyak 18.03 kg/ha/momen irigasi dengan output sebanyak 9.46 kg/ha/momen drainase, posisi II rata-rata input Fe setiap momen pemberian air tercatat sebanyak 20.82 kg/ha/momen irigasi dengan output sebanyak 9.56 kg/ha/momen drainase dan posisi III rata-rata input Fe setiap momen pemberian air tercatat sebanyak 20.82 kg/ha/momen irigasi dengan output sebanyak 8.94 kg/ha/momen drainase. Hal ini dikarenakan waktu penggenangan dan pengeringan yang berselang dengan waktu yang singkat sehingga Fe tidak tercuci dan tidak terbawa bersama air drainase.

Sementara itu kandungan Fe terendah berada pada penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan, yaitu pada posisi I rata-rata input Fe setiap momen pemberian air tercatat sebanyak 13.41 kg/ha/momen irigasi dengan output sebanyak 6.87 kg/ha/momen drainase, posisi II rata-rata input Fe setiap momen pemberian air tercatat sebanyak 14.01 kg/ha/momen irigasi dengan output sebanyak 6.19 kg/ha/momen drainase dan posisi III rata-rata input Fe setiap momen pemberian air tercatat sebanyak 14.14 kg/ha/momen irigasi dengan output sebanyak 6.07 kg/ha/momen drainase. Hal ini dikarenakan proses penggenangan yang lebih lama daripada proses pengeringannya, sehingga Fe tereduksi dan menjadi mudah larut serta pada saat dilakukan pengeringan, Fe terbawa keluar bersama drainase.

Pada Gambar 3 dapat terlihat bahwa kandungan Fe selalu mengalami fluktuasi yang tidak terlalu berbeda, namun penurunan kandungan Fe rata-rata ditemukan pada 33 HST. Terlihat bahwa lamanya penggenangan mempengaruhi peningkatan kelarutan Fe^{2+} sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan kelarutan pada awal penggenangan dan menurun secara bertahap setelah beberapa minggu penggenangan. Selang waktu penggenangan yang lebih lama menyebabkan kondisi tanah lebih reduktif sehingga banyak Fe^{2+} yang terbentuk. Kemudian pada saat pengeringan jumlah Fe^{2+} yang tercuci keluar lebih besar. Sebagaimana Sanchez (1993) mengungkapkan bahwa apabila tanah digenangi akan terjadi proses reduksi besi (Fe^{3+} menjadi Fe^{2+}) dan peningkatan kelarutan besi yang menyertai proses tersebut.

Patrick dan Reddy (1978) juga menyatakan bahwa besi yang tereduksi (Fe^{2+}) menjadi mudah larut, sehingga mudah tercuci dan terjadi proses pencucian Fe dalam keadaan reduksi. Selain karena tereduksi dan hanyut terbawa air, Fe juga merupakan unsur mikro esensial yang dibutuhkan oleh tanaman meskipun dalam jumlah yang sedikit. Unsur ini diserap oleh tanaman dalam bentuk Fe^{2+} yang berfungsi untuk pembentukan klorofil. Hal lain yang mempengaruhi penurunan kadar Fe pada 33 HST adalah ketersediaan silika. Makarim *et al* (2007) juga menyatakan bahwa silika juga menyebabkan perakaran tanaman lebih kuat, intensif, dan menaikkan *root oxidizing power*, yaitu kemampuan akar mengoksidasi lingkungannya seperti ion fero (Fe^{2+}) menjadi feri (Fe^{3+}) sehingga pada lahan yang banyak besinya, tanaman tidak/sedikit mengalami keracunan besi atau lebih tahan.

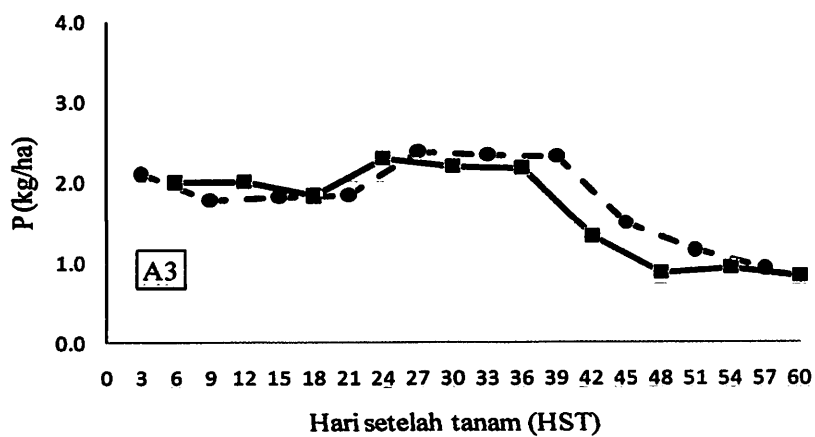
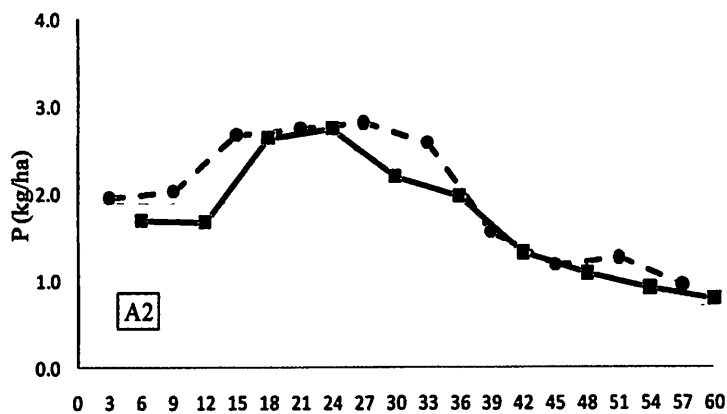
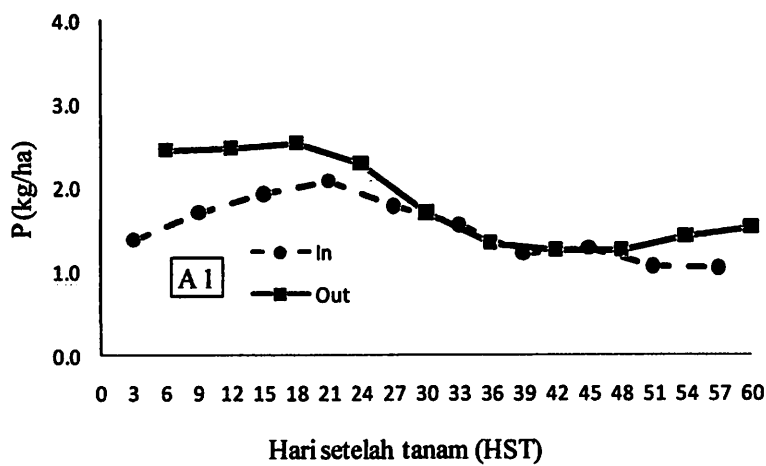
4.4. Pola Pergerakan Fosfor (P) pada Berbagai Sistem pemberian Air Irigasi

Fosfor (P) unsur hara makro dan esensial yang ditambahkan ke dalam sawah dalam bentuk pupuk. Penambahan pupuk yang dilakukan setiap musim tanam ternyata sebagian ada yang terbawa keluar areal sawah sehingga akhirnya masuk ke dalam saluran drainase. Gambar 4 memperlihatkan pola pergerakan P pada berbagai modifikasi sistem pemberian air irigasi.

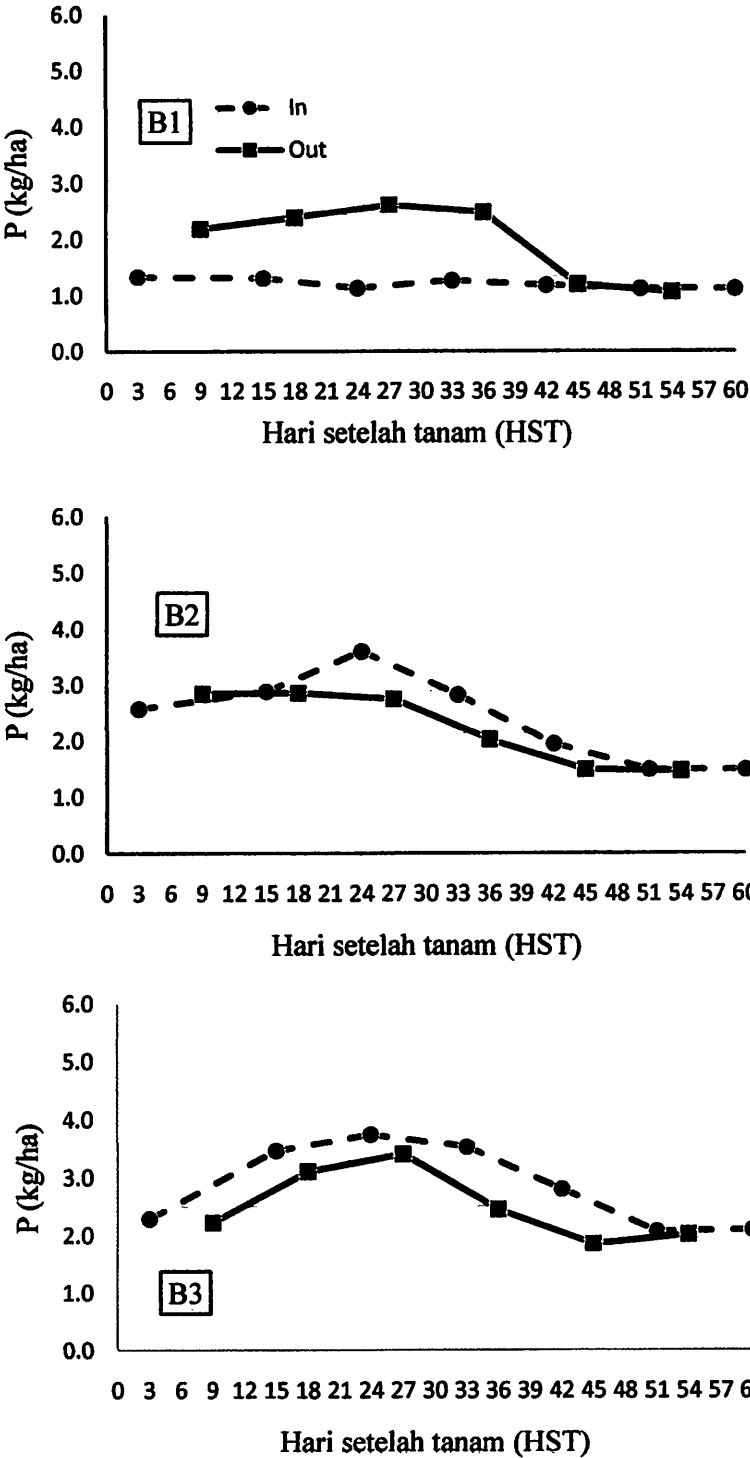
Pada I posisi terlihat bahwa sumbangan P dari air irigasi tidak mengalami fluktuasi yang begitu berbeda selama penelitian dibandingkan dengan posisi II dan III. Hal ini disebabkan karena air irigasi yang disalurkan langsung berasal dari saluran irigasi yang merupakan hasil air pembuangan dari kompleks persawahan sebelumnya. Hal ini menyebabkan kualitas air yang masuk dipengaruhi oleh aktifitas pertanian yang berada di atas lokasi penelitian. Input P pada posisi I rata-rata berkisar dari 1.0 sampai 2.0 kg P/ha/ momen irigasi. Sementara itu temuan Darmawan *et al* (2011) di Kabupaten Solok, bahwa sumbangan P dari air irigasi lebih dari 3.0 kg/ha/momen irigasi.

Dari hasil analisis air irigasi yang disajikan pada Gambar 4, diketahui bahwa input P pada posisi I cenderung berada di bawah output. Input P dari air irigasi tergolong rendah, dengan nilai sebesar 1.49 kg/ha/momen irigasi pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan, 1.21 kg/ha/momen irigasi pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan dan 2.00 kg/ha/momen irigasi pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan.

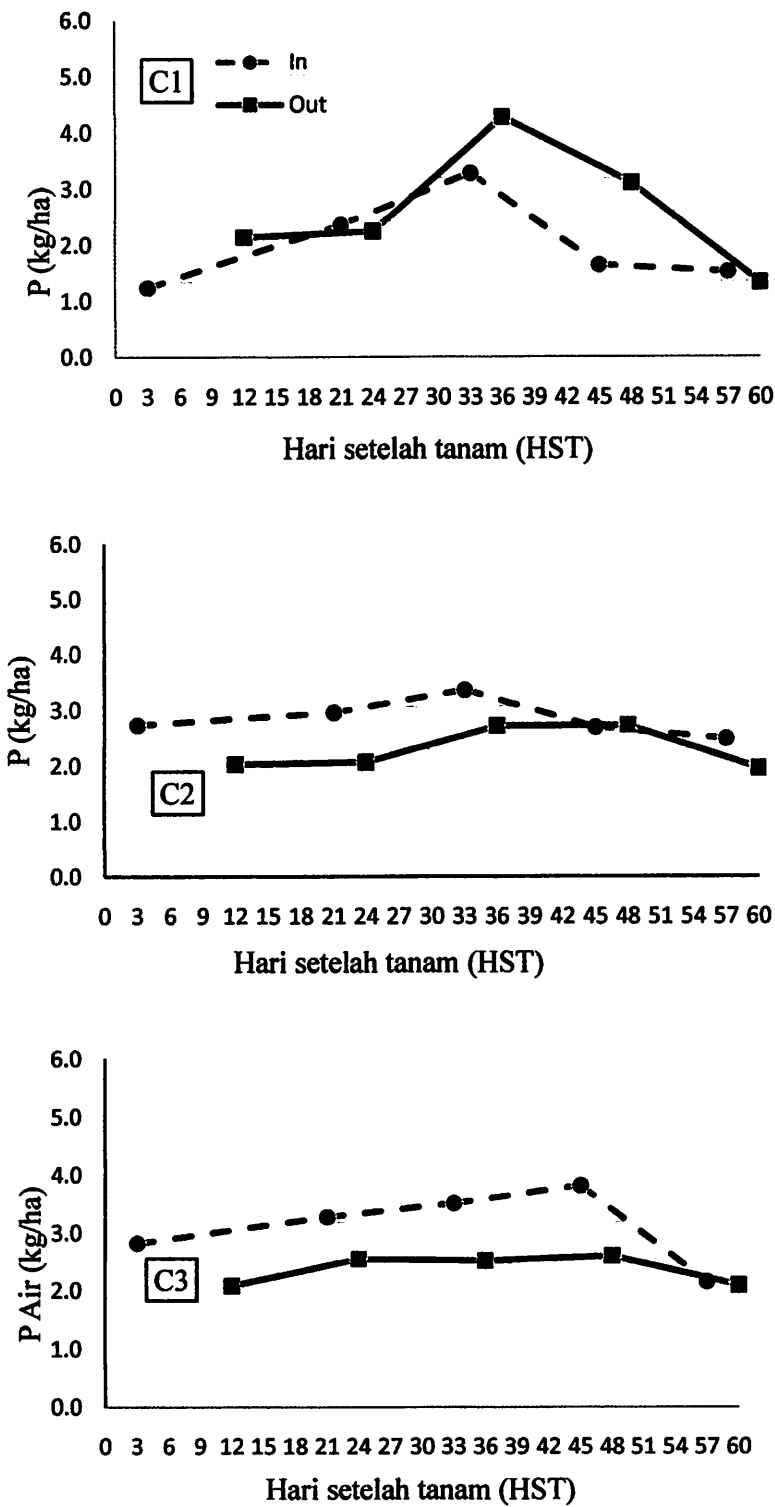
Pada posisi II dan III, input P cenderung berada di atas output. Nilai input dan output P pada posisi II yaitu sebesar 1.97 kg/ha/momen irigasi dan 1.70 kg/ha/momen drainase pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan, 2.39 kg/ha/momen irigasi dan 2.24 kg/ha/momen drainase pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan dan 2.84 kg/ha/momen irigasi dan 2.30 kg/ha/momen drainase pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan. Pada posisi III nilai input dan output P yaitu sebesar 1.80 kg/ha/momen irigasi dan 1.63 kg/ha/momen drainase pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan, 2.85 kg/ha/momen irigasi dan 2.51 kg/ha/momen drainase pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan dan 3.11 kg/ha/momen irigasi dan 2.36 kg/ha/momen drainase pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan.



Gambar 4.a Pola pergerakan fosfor (P) pada masing-masing petakan pada perlakuan A (penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan)



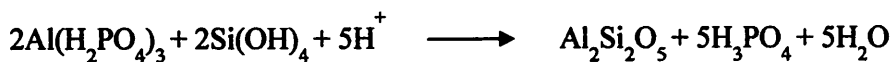
Gambar 4.b Pola pergerakan fosfor (P) pada masing-masing petakan pada perlakuan B (penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan)



Gambar 4.c Pola pergerakan fosfor (P) pada masing-masing petakan pada perlakuan C (penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan)

Kandungan P rata-rata mengalami kenaikan pada 18 HST, hal ini berbanding terbalik dengan silika yang mengalami penurunan. Balai Penelitian Tanah (2011) menyatakan bahwa Si juga dapat menggantikan fiksasi P oleh Al dan Fe sehingga P menjadi tersedia bagi tanaman. Selain itu, beberapa kajian menjelaskan bahwa pengaruh Asam monosilikat pada sifat-sifat tanah terfokus dalam interaksinya dengan unsur P.

Menurut Sudibyo (2005) *cit* Yukamgo dan Yuwono pemberian Si pada tanah Andisol secara nyata dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah. Penambahan Si pada tanah akan melalui dua proses. Proses pertama yaitu peningkatan konsentrasi asam monosilikat pada tanah akan menghasilkan pengubahan P tidak larut menjadi P tersedia bagi tanaman. Hal ini karena SiO_4^{4-} memiliki elektronegatifitas lebih besar dibandingkan PO_4^{3-} sehingga SiO_4^{4-} dapat menggantikan PO_4^{3-} yang tersemat. Proses kedua yaitu Si dapat mengikat P sehingga pelindian P berkurang sekitar 40-90 %. Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut (Matichenkov and Calvert, 2002) :



Kandungan P mengalami penurunan pada saat tanaman mulai tumbuh dan akan memasuki fase pertumbuhan vegetatif maksimum, hal ini dikarenakan intensifnya penyerapan P oleh tanaman. Hakim *et al* (1986) menjelaskan bahwa P merupakan penyusun setiap sel hidup. Fosfor adalah penyusun fosfolid, nucleoprotein dan fitin yang selanjutnya akan banyak tersimpan di dalam biji. Fosfor sangat berperan aktif dalam mentransfer energi di dalam sel, baik sel tanaman maupun sel hewan, seterusnya juga berfungsi untuk mengubah karbohidrat misalnya dalam perubahan tepung menjadi gula. Selanjutnya P juga dapat meningkatkan efisiensi kerja chloroplast.

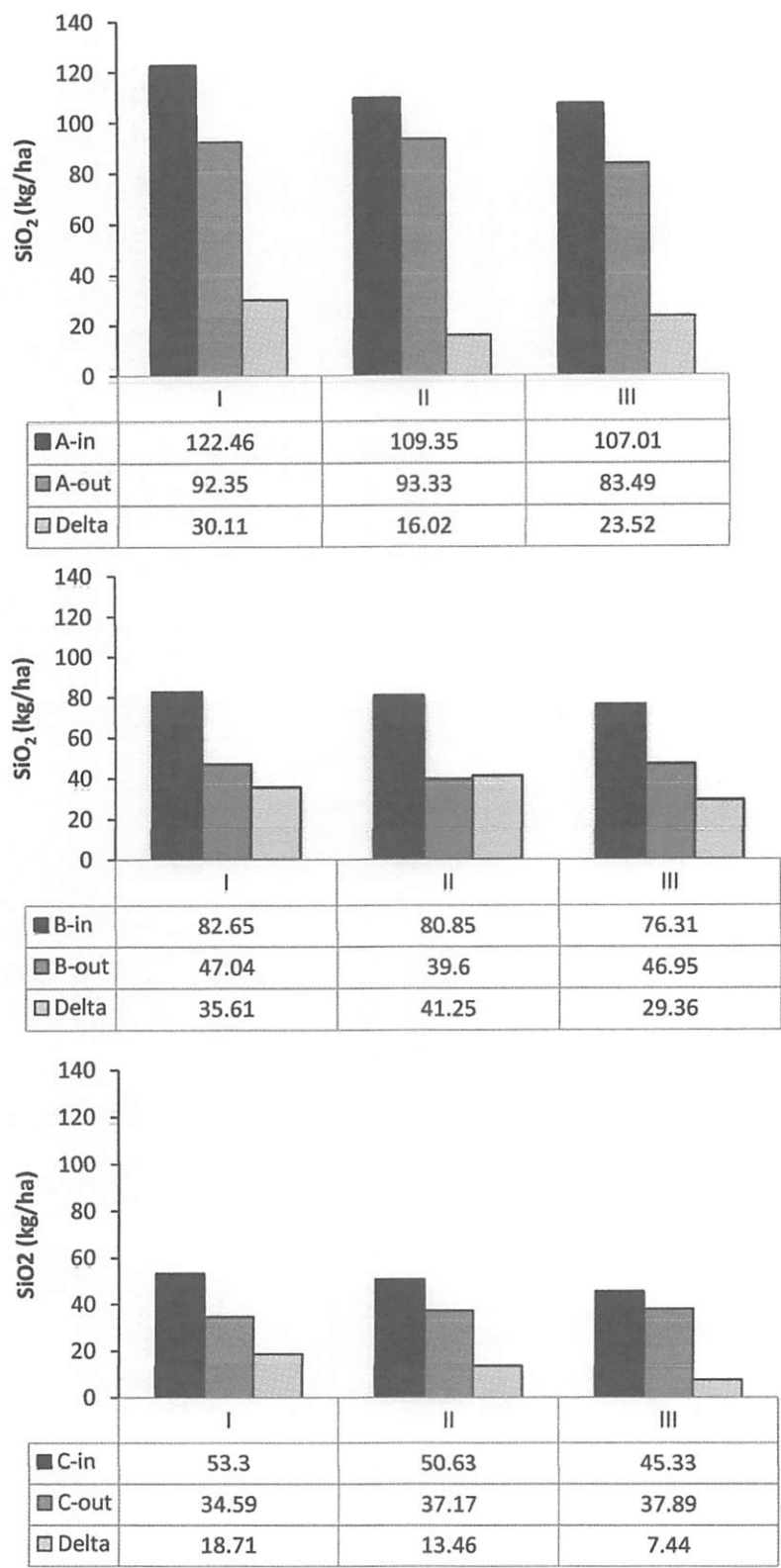
Perlakuan terbaik adalah pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan karena input P lebih besar, hal ini terjadi karena proses penggenangannya lebih lama dan masa pengeringannya sedikit dilakukan (5 kali selama 60 hari setelah tanam). Semakin lama tanah digenangi maka ketersediaan P didalam tanah meningkat, karena pada saat tergenang 20 – 50 % kandungan P tanah berada dalam bentuk tersedia, akibat terlepasnya P yang dihasilkan selama proses reduksi. Hal ini juga dikemukakan oleh Furukawa (1978) *cit* Kyuma (2004) bahwa peningkatan ketersediaan P pada kondisi tergenang adalah akibat (1) reduksi feri fosfat menjadi fero fosfat yang melepaskan anion fosfat, (2) terlepasnya ikatan fosfat oleh reduksi feri oksida terhidrat (3) kelarutan feri dan aluminium fosfat oleh asam – asam organik (5) mineralisasi fosfat organik, dan (6) pelepasan fosfat oleh hidrogen sulfida (asam sulfat).

4.5 Pengaruh Posisi Petakan terhadap Keseimbangan Hara

4.3.1 Silika

Posisi petakan dan modifikasi sistem pemberian air irigasi akan mempengaruhi keseimbangan silika yang masuk dan keluar pada setiap posisi petakan selama satu musim tanam. Gambar 5 berikut menampilkan keseimbangan kandungan silika.

Posisi I, pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input SiO_2 selama satu musim tanam adalah sebesar 122.46 kg/ha/musim tanam sedangkan total output SiO_2 selama satu musim tanam adalah sebesar 92.35 kg/ha/musim tanam, pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input SiO_2 adalah sebesar 109,35 kg/ha/musim tanam sedangkan total output SiO_2 selama satu musim tanam adalah sebesar 93.33 kg/ha/musim tanam dan pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan input total SiO_2 adalah sebesar 107.01 kg/ha/musim tanam sedangkan total output SiO_2 selama satu musim tanam adalah sebesar 23.52 kg/ha/musim tanam.



Gambar 5. Keketimbangan Silika (Si)

Posisi II, pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input SiO_2 selama satu musim tanam adalah sebesar 80.01 kg/ha/musim tanam sedangkan total output SiO_2 selama satu musim tanam adalah sebesar 47.04 kg/ha/musim tanam, pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total SiO_2 adalah sebesar 80.855 kg/ha/musim tanam sedangkan total output SiO_2 selama satu musim tanam adalah sebesar 39.6 kg/ha/musim tanam dan pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan input total SiO_2 adalah sebesar 81.41 kg/ha/musim tanam sedangkan total output hara SiO_2 selama satu musim tanam adalah sebesar 46.95 kg/ha/musim tanam.

Posisi III, pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input SiO_2 selama satu musim tanam adalah sebesar 45.15 kg/ha/musim tanam sedangkan total output SiO_2 selama satu musim tanam adalah sebesar 34.59 kg/ha/musim tanam, pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input SiO_2 adalah sebesar 52.91 kg/ha/musim tanam sedangkan total output SiO_2 selama satu musim tanam adalah sebesar 35.67 kg/ha/musim tanam dan pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan input total SiO_2 adalah sebesar 59.19 kg/ha/musim tanam sedangkan total output SiO_2 selama satu musim tanam adalah sebesar 37.89 kg/ha/musim tanam.

Pada Gambar 5 terlihat bahwa terjadi perubahan kandungan unsur hara SiO_2 pada setiap posisi petakan meskipun tidak menunjukkan fluktuasi yang berbeda dan menunjukkan nilai surplus di setiap sistem pemberian air. Posisi I, sebagai posisi petakan yang terdekat dengan saluran irigasi dan mendapatkan air dari irigasi secara langsung memiliki total kandungan hara yang lebih besar dari posisi II dan posisi III. Meskipun menunjukkan nilai surplus, namun SiO_2 mengalami penurunan pada penelitian ini. Berbeda dengan unsur hara lainnya, kehilangan SiO_2 dari tanah jarang sekali dikompensasi melalui pemupukan. Yukamgo dan Yuwono (2005) menyatakan bahwa di wilayah tropika basah seperti di Indonesia, dimana rata-rata curah hujan dan suhu relatif tinggi, tanah umumnya memiliki kejenuhan basa dan kandungan Si rendah serta mengalami akumulasi aluminium oksida. Proses ini disebut desilikasi. Si dilepaskan dari

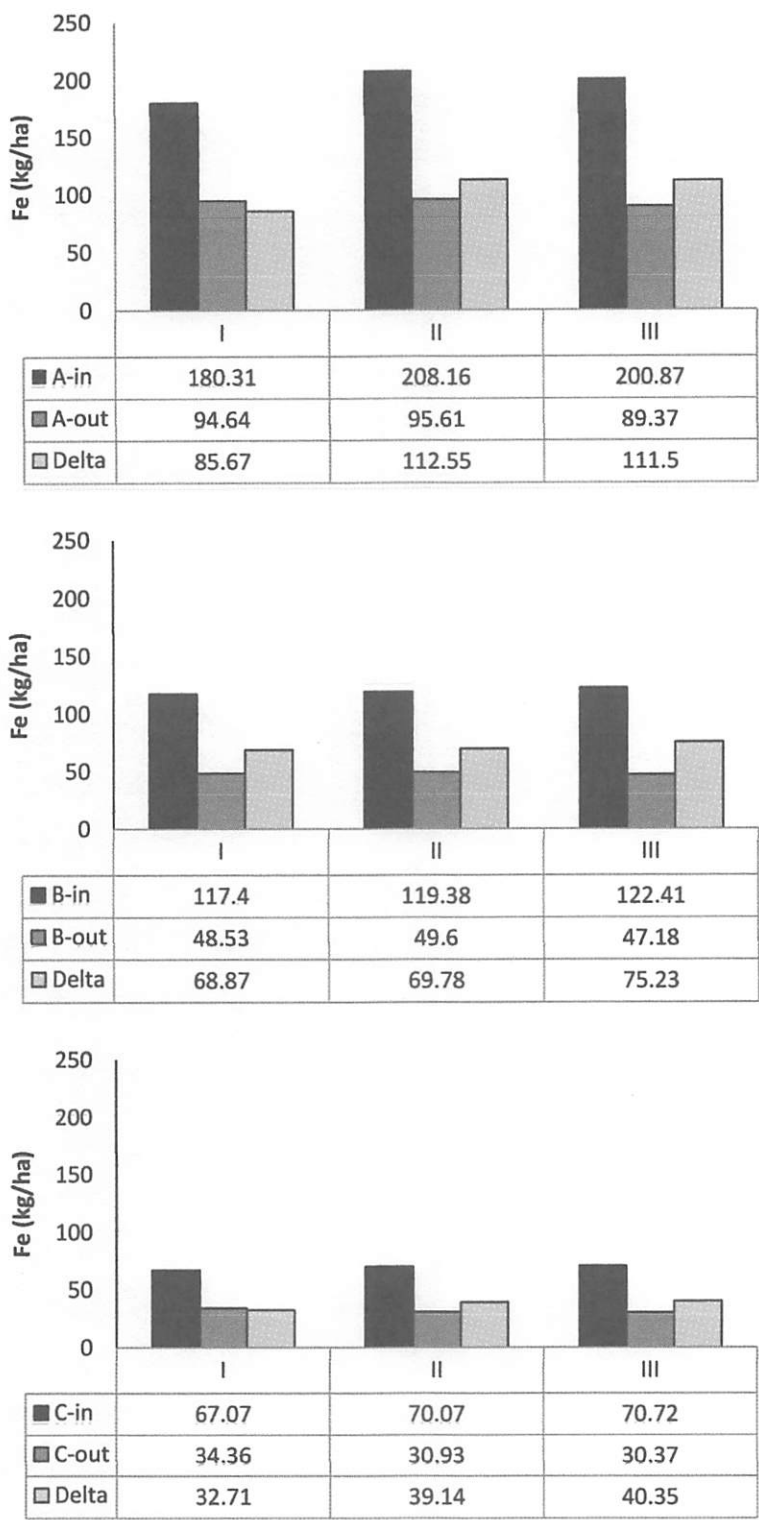
mineral-mineral yang terlapuk, kemudian terbawa aliran air drainase atau tanaman yang dipanen. Potensi kehilangan Si dari tanah-tanah tropika bisa mencapai 54,2 kg per ha setiap tahun atau 200 kali lebih banyak dibanding Al yang hilang hanya 0,27 kg per ha dalam setahun. Degradasi kesuburan tanah akan terjadi seiring dengan penurunan kadar Si, terutama karena 2 alasan Pertama, berkurangnya asam monosilikat akan diikuti dengan dekomposisi mineral, dimana yang terakhir ini memiliki arti penting dalam mengontrol berbagai sifat tanah. Kedua, penurunan asam monosilikat akan menurunkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit. Oleh karena itu, dalam rangka menjaga kesuburan tanah pemupukan Si sebenarnya diperlukan.

4.3.2 Besi

Posisi petakan mempengaruhi keluar dan masuknya besi (Fe) pada setiap posisi selama satu musim tanam. Gambar 6 berikut ini menggambarkan kesetimbangan Fe pada setiap posisi. Pada penggenangan 3 hari diselingi 3 hari pengeringan terjadi peningkatan input Fe dari posisi I ke posisi II dan mengalami sedikit penurunan pada posisi III. Pada penggenangan 6 hari diselingi 3 hari pengeringan dan pada penggenangan 9 hari diselingi 3 hari pengeringan juga terjadi peningkatan input di setiap petakannya.

Kandungan Fe pada setiap sistem pemberian air dan setiap posisi selalu mengalami surplus yang artinya input Fe selalu lebih besar dari pada outputnya. Hal ini diduga karena tanah penelitian ini merupakan tanah sawah bukaan baru, yang mana Fe menjadi salah satu permasalahan yang perlu diperhatikan. Tan (1982) menyatakan bahwa tanah sawah bukaan baru dari lahan kering umumnya dibuat di luar Pulau Jawa, pada tanah jenis Oxisol dan Ultisol yang merupakan tanah masam dan miskin kandungan maupun sumber hara.

Posisi I, pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input Fe selama satu musim tanam adalah sebesar 180.31 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 94.64 kg/ha/musim tanam, pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input Fe adalah sebesar 117.4 kg/ha/musim tanam,



Gambar 6. Kesimalangan Besi (Fe)

sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 48.53 kg/ha/musim tanam dan pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan input total Fe adalah sebesar 67.07 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 34.36 kg/ha/musim tanam.

Pada posisi II, pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input Fe selama satu musim tanam adalah sebesar 208.16 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 95.61 kg/ha/musim tanam, pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input Fe adalah sebesar 119.83 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 49.6 kg/ha/musim tanam dan pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan input total Fe adalah sebesar 70.07 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 30.93 kg/ha/musim tanam.

Pada posisi III, pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input Fe selama satu musim tanam adalah sebesar 200.87 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 89.37 kg/ha/musim tanam, pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input Fe adalah sebesar 122.41 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 47.18 kg/ha/musim tanam dan pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan input total Fe adalah sebesar 70.72 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 30.37 kg/ha/musim tanam.

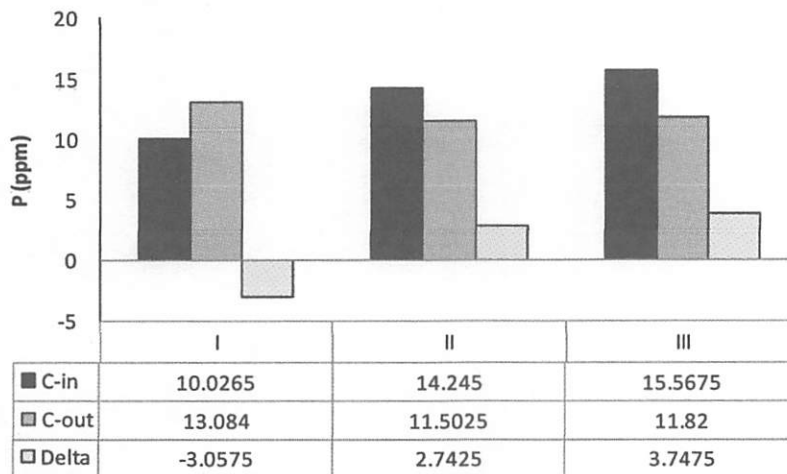
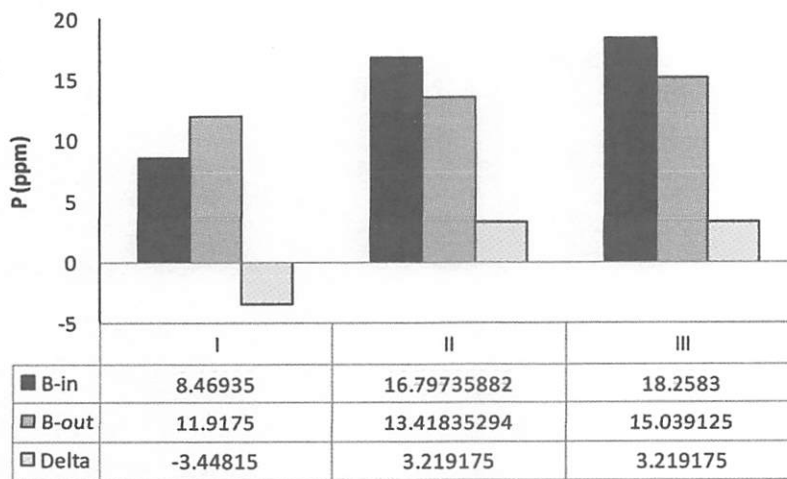
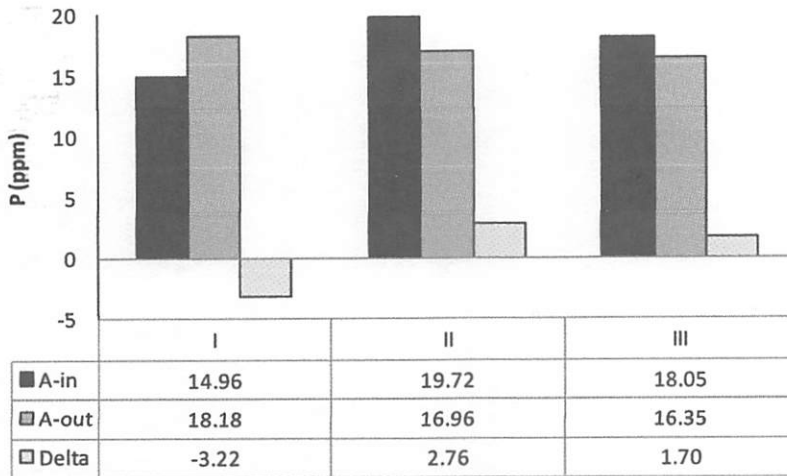
4.3.3 Fosfor

Kesetimbangan Fosfor (P) secara lengkap disajikan pada Gambar 7. Pada Posisi I kandungan P selalu mengalami defisit disetiap sistem pemberian air. Artinya input P lebih rendah jika dibandingkan dengan outputnya. Berbeda dengan posisi I, posisi II dan posisi II selalu mengalami surplus, dimana input P

lebih besar jika dibandingkan dengan outputnya. Hal ini disebabkan karena air yang masuk pada posisi I merupakan air irigasi yang langsung berasal dari saluran irigasi, sehingga input P tergantung pada kualitas air irigasi. P yang keluar yang berasal dari air irigasi dan pupuk yang diberikan ikut terbawa keluar dari posisi I dan masuk ke posisi II dan III. Sehingga P dan sejumlah unsur hara yang ada di posisi I akan terbawa hanyut ke posisi II dan III sedangkan untuk outputnya, ada penyerapan P oleh tanaman dan terbawa air drainase.

Pada posisi I, pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input P selama satu musim tanam adalah sebesar 14.96 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 18.18 kg/ha/musim tanam, pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input P adalah sebesar 8.47 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 11.92 kg/ha/musim tanam dan pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input P adalah sebesar 10.03 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 13.08 kg/ha/musim tanam. Pada posisi I ini terjadi defisit P, pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan terjadi defisit sebesar 3.32 kg/ha/musim tanam, pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan terjadi defisit sebesar 3.45 kg/ha/musim tanam dan penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan terjadi defisit sebesar 3.06 kg/ha/musim tanam.

Untuk itu perlu dilakukan penambahan P dalam bentuk pupuk. Pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan penambahan SP-36 sebanyak 20.47 kg/ha (setara dengan 102 g/petak), pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan penambahan pupuk SP-36 sebanyak 21.94 kg/ha (setara dengan 109 g/petak) sedangkan pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan penambahan pupuk sebanyak 19,47 kg/ha (setara dengan 97 g/petak).



Gambar 7. Keketimbangan hara Fosfor (P)

Pada posisi II, pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input P selama satu musim tanam adalah sebesar 19.72 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 16.96 kg/ha/musim tanam, pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input P adalah sebesar 16.80 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 13.42 kg/ha/musim tanam dan pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input P adalah sebesar 14.25 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 11.51 kg/ha/musim tanam.

Pada posisi II ini terjadi surplus P, pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan terjadi surplus sebesar 2.76 kg/ha/musim tanam, pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan terjadi surplus sebesar 3.22 kg/ha/musim tanam dan penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan terjadi surplus sebesar 2.74 kg/ha/musim tanam. Untuk itu perlu dilakukan pengurangan P dalam bentuk pupuk. Pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan pengurangan SP-36 sebanyak 17.65 kg/ha (setara dengan 88 g/petak), pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan pengurangan pupuk SP-36 sebanyak 20.47 kg/ha (setara dengan 102 g/petak) sedangkan pada pengurangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan penambahan pupuk sebanyak 17.41 kg/ha (setara dengan 87 g/petak). Pada posisi III, pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input P selama satu musim tanam adalah sebesar 18.05 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 16.35 kg/ha/musim tanam, pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input P adalah sebesar 18.26 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 15.04 kg/ha/musim tanam dan pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan total input P adalah sebesar 15.57 kg/ha/musim tanam sedangkan total outputnya selama satu musim tanam adalah sebesar 11.82 kg/ha/musim tanam. Pada posisi III ini terjadi surplus P, pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan terjadi surplus

sebesar 1.70 kg/ha/musim tanam, pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan terjadi surplus sebesar 3.22 kg/ha/musim tanam dan penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan terjadi surplus sebesar 3.75 kg/ha/musim tanam. Untuk itu perlu dilakukan pengurangan P dalam bentuk pupuk. Pada penggenangan selama 3 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan pengurangan SP-36 sebanyak 10.81 kg/ha (setara dengan 54 g/petak), pada penggenangan selama 6 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan pengurangan pupuk SP-36 sebanyak 20.47 kg/ha (setara dengan 102 g/petak) sedangkan pada penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan pengurangan pupuk sebanyak 23.86 kg/ha (setara dengan 119 g/petak).

4.6 Analisis Tanah Setelah Panen

Hasil analisis tanah akhir menunjukkan adanya perubahan terhadap beberapa sifat kimia tanah meskipun tidak menunjukkan perubahan yang begitu signifikan. Hasil analisis terhadap sifat kimia tanah akhir secara lengkap disajikan pada Tabel 2.

Tabel 3. Hasil analisis tanah setelah panen

No	Sifat kimia tanah	A	B	C
1	pH H ₂ O (1: 2.5)	5.65 am	5.76 am	5.88 am
2	P- Tersedia (ppm)	33.92 s	46.75 t	55.00 t
3	Fe-dd (ppm)	54.40 t	81.55 st	66.18 st
4	KTK (me/100 g)	8.36 r	5.79 r	7.04 r
5	K-dd (me/100 g)	0.51 s	0.47 s	0.52 s
6	Ca-dd (me/100 g)	0.17 sr	0.16 sr	0.18 sr
7	Mg - dd (me/100g)	0.30 sr	0.28 sr	0.34 sr
8	SiO ₂ (ppm)	54.14 k	54.7 k	51.37 k

Keterangan : am= agak masam sr = sangat rendah r = rendah s = sedang

t = tinggi st = sangat tinggi k = kurang c = cukup

Sumber : Staf Pusat Penelitian Tanah (1983; *cit* Hardjowigeno, 2003)

Untuk nilai pH tanah mengalami peningkatan dari hasil analisis tanah awal dengan nilai 5.06 yang termasuk pada kriteria tanah masam, setelah dilakukan penggenangan dan pengeringan nilai pH tanah mengalami peningkatan hingga mencapai 5.88 yang termasuk pada kriteria agak masam. Tampak bahwa penggenangan berpengaruh terhadap penaikan pH tanah hingga mendekati netral

(sekitar 7), karena terjadinya proses reduksi pada saat tanah tergenang. Senyawa $\text{Fe}(\text{OH})_3$ direduksi menjadi $\text{Fe}(\text{OH})_2$ dan menghasilkan OH^- , semakin banyak OH^- dalam larutan tanah maka pH tanah juga semakin meningkat. Sanchez (1993) menjelaskan bahwa peningkatan pH tanah masam merupakan fungsi kadar Fe^{2+} karena dibebaskannya OH^- bila senyawa $\text{Fe}(\text{OH})_3$ direduksi menjadi $\text{Fe}(\text{OH})_2$.

Variasi penggenangan yang berbeda juga meningkatkan kandungan P tersedia dibandingkan dengan analisis tanah awal. Kandungan P pada tanah awal adalah sebesar 3.34 ppm setelah dilakukan penggenangan dan pengeringan, maka P yang terbawa oleh air adalah sebesar 12.13 kg/ha/kg musim tanam dan serapan P tanaman mencapai 20.26 kg/ha/musim tanam. P-tersedia pada tanah setelah panen meningkat dibandingkan pada tanah awal yaitu mencapai 55.00 ppm dengan kriteria tinggi. Penggenangan akan menyebabkan P-tersedia menjadi meningkat. Hal ini dikarenakan Fe yang memfiksasi P mengalami proses reduksi dan terbawa bersama air drainase.

Variasi penggenangan yang dilakukan juga didapatkan nilai Fe-dd tanah lebih meningkat jika dibandingkan dengan analisis tanah awal. Nilai Fe-dd berada pada kriteria tinggi hingga sangat tinggi. Hal ini terjadi kemungkinan disebabkan karena waktu penggenangan dan pengeringan yang dilakukan dalam penelitian tidak lama sehingga belum menurunkan kandungan Fe dalam tanah. Walaupun kadar Fe terlarut dalam air setiap petak sawah sebagian telah tercuci seperti hasil analisis air pada Gambar 2, namun setelah panen Fe yang terdapat dalam tanah masih tetap dalam jumlah yang sangat tinggi. Menurut Sanchez (1993), kandungan Fe tertinggi terdapat pada tanah masam seperti Ultisol dengan jumlah Fe dapat direduksi yang banyak. Ditambahkan oleh Nyakpa *et al.*, (1986) bahwa tingginya Fe pada tanah masam disebabkan karena terjadinya proses pencucian bahan organik dan kation-kation basa dan terjadi penimbunan Fe didalam tanah.

Pengelolaan air dengan memodifikasi penggenangan dan pengeringan selain meningkatkan pH tanah juga akan meningkatkan KTK tanah, hal ini dikarenakan ketersediaan basa-basa di dalam tanah juga meningkat. Sebagaimana disebutkan oleh De Datta (1981) bahwa penggenangan tanah masam berpengaruh positif terhadap kesuburan tanah karena sebagian unsur hara lebih tersedia. Terlihat pada basa-basa juga mengalami peningkatan, K-dd yang pada analisis tanah awal

berada pada kriteria rendah mengalami peningkatan menjadi sedang. Sedangkan untuk kadar Ca-dd dan Mg-dd meskipun analisis tanah awal dan akhir menunjukkan pada kriteria yang sama yaitu sangat rendah, namun kadar Ca-dd dan Mg-dd mengalami pada tanah akhir peningkatan nilai dari tanah awal.

Untuk kadar SiO_2 pada tanah awal dan tanah akhir sama-sama dalam kriteria rendah, namun kadar SiO_2 setelah panen mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan, sumber SiO_2 pada tanah sawah tersebut hanya berasal dari air irigasi dan yang terdapat pada tanah saja, tidak ada penambahan lain seperti pemberian pupuk. Sementara itu serapan SiO_2 oleh tanaman dan pengaruh dari pergerakan air yang menghanyutkan SiO_2 keluar areal petakan mengakibatkan kadar Si pada tanah sawah mengalami penurunan. Kawaguchi dan Kyuma (1977) *cit* Darmawan *et al* (2006) menjelaskan bahwa pengelolaan sawah secara intensif bisa mengambil dan mengeluarkan SiO_2 dari sawah melalui proses pemanenan. Sebagaimana yang juga dijelaskan Ponnampetuma (1972) bahwa konsentrasi SiO_2 pada larutan tanah agak meningkat setelah digenangi, kemudian setelah beberapa bulan konsentrasinya dapat lebih rendah dibandingkan saat tanah tersebut digenangi. Selain itu Balai Penelitian Tanah (2010) juga menjelaskan kandungan total Si dalam tanah mineral sangat tinggi ($\pm 50\%$), namun ketersediaannya bagi tanaman sering kali sangat rendah. Tingkat ketersediaan hara Si bagi tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu tanah, potensial redoks (Eh), pH atau keasaman tanah, dan konsentrasi Si dalam larutan tanah. Oleh karena itu, ketersediaan Si pada tanah sawah tidak berkorelasi positif dengan kandungan total Si dalam tanah.

4.7 Produksi Tanaman

Modifikasi waktu penggenangan dapat memberikan pengaruh terhadap bobot 1000 butir gabah, bobot kering gabah 14 % dan bobot jerami. Hasil tertinggi terdapat pada perlakuan C sebagai waktu terlama penggenangan, yaitu 9 hari penggenangan diselingi 3 hari pengeringan. Hasil ini tergolong tinggi sebagaimana deskripsi tanaman Padi Mekongga (Lampiran 8). Hal ini dikarenakan penggenangan dapat menaikkan pH tanah menuju netral sehingga

menyebabkan beberapa unsur hara menjadi tersedia dan kadar unsur-unsur yang bersifat meracun menjadi menurun.

Hasil dari pengamatan tanaman selama satu musim tanam ditampilkan dalam Tabel 4 berikut ini.

Tabel. 4 Produksi, serapan P dan SiO₂ serta Kandungan Fe akar selama satu musim tanam.

Perlakuan	Bobot 1000 butir gabah (g)	Bobot gabah kering 14 % (ton/ha)	Bobot Jerami (ton/ha)	Serapan P tanaman (kg/ha)	Kandungan Fe Akar (kg/ha)	Serapan SiO ₂ tanaman (kg/ha)
A	28,43	5,70	3,90	17,74	0,85	18,1
B	28,09	5,36	3,89	17,01	0,90	17,61
C	28,64	6,30	4,12	20,26	0,97	18,6

Hara yang meningkat ketersediaannya adalah P dan SiO₂ tanaman. Serapan yang tertinggi berada pada perlakuan C dengan 9 hari penggenangan diselingi 3 hari pengeringan yaitu 20,26 kg/ha dan 18,6 kg/ha. Fosfor memiliki peran yang penting dalam pembuahan sebagaimana yang di jelaskan oleh De Datta (1981) P dalam tanaman padi berperan dalam memberikan dan mengatur energi untuk semua proses biokimia yaitu, (1) merangsang pertumbuhan akar, pembungaan, dan pemasakan biji (2) menambah jumlah anakan, perkembangan biji yang baik, meningkatkan kualitas gabah, hal ini disebabkan karena P berada dalam butir padi, sehingga tanaman yang memiliki serapan P tinggi akan memiliki bobot gabah yang lebih tinggi.

Silika sebagai hara yang kebutuhannya cukup tinggi bagi tanaman padi juga memiliki peranan yang tidak kalah penting. Suzuki (1997 *cit* kyuma 2004) mengemukakan bahwa SiO₂ dapat membuat daun bendera lebih tegak sehingga daun dibawahnya lebih mudah melakukan fotosintesis dengan baik, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit, seperti blast melalui pembentukan lapisan kutikula yang dapat berfungsi sebagai penghambat masuknya mikroorganisme, meningkatkan kekerasan batang yang dapat memperbaiki toleransi tanaman terhadap kekeringan.

Varietas tanaman padi dalam penelitian ini adalah padi varietas unggul yang tahan terhadap kelarutan besi yang tinggi. Dari hasil kajian Miranti *et al.*,

(2011) dengan menggunakan varietas Mekongga yang ditanam di lahan sawah masam bukaan baru di Kabupaten Bangka mampu tumbuh dan berproduksi hingga mencapai 7,04 ton/ha sehingga varietas Mekongga ini mempunyai peluang untuk dikembangkan di lahan sawah masam bukaan baru karena memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap keracunan Fe.

Kandungan Fe akar tertinggi terdapat pada perlakuan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C). Akar menyerap Fe dari dalam tanah dan meneruskannya ke bagian atas tanaman dalam jumlah yang rendah, sehingga produksi tanaman menjadi baik karena Fe^{2+} yang diserap sesuai dengan kebutuhan tanaman. Buckman dan Brady, 1982 (*dalam* Burbey *et al.*, 1990) menyatakan bertambahnya kelarutan besi akibat penggenangan bermanfaat karena besi merupakan salah satu unsur hara mikro esensial yang penting untuk tanaman padi saat pertumbuhan vegetatifnya.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan, antara lain :

1. Posisi petakan dan modifikasi sistem pemberian air irigasi akan mempengaruhi kesetimbangan unsur hara Silika (SiO_2) yang masuk dan keluar pada setiap posisi petakan selama satu musim tanam. Input SiO_2 terbaik adalah pada penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan yaitu sebesar 11.8 kg/ha/momen irigasi pada posisi I dan 11.55 kg/ha/momen irigasi pada posisi II. Posisi I sebagai posisi petakan yang terdekat dengan saluran irigasi mendapatkan air dari irigasi secara langsung memiliki input SiO_2 yang lebih besar jika dibandingkan dengan posisi petakan II dan III. Total input perlakuan A pada posisi I sebesar 122.46 kg/ha/musim tanam, posisi II sebesar 109.35 kg/ha/musim tanam dan posisi III sebesar 107,01 kg/ha/musim tanam. Total input perlakuan B pada posisi I sebesar 82.65 kg/ha/musim tanam, posisi II sebesar 80.85 kg/ha/musim tanam dan posisi III sebesar 76.31 kg/ha/musim tanam dan total input perlakuan C pada posisi I sebesar 53.3 kg/ha/musim tanam, posisi II sebesar 50.63 kg/ha/musim tanam dan posisi III sebesar 45.33 kg/ha/musim tanam.
2. Fluktuasi kandungan SiO_2 terlihat jelas mengalami peningkatan pada saat awal masa tanam namun kemudian mengalami penurunan pada 18 HST dan terjadi peningkatan SiO_2 pada 33 HST. Fluktuasi kandungan SiO_2 ini melihatkan pola kemiripan dengan fluktuasi kandungan Fe dan P. Dimana kandungan Fe selalu mengalami fluktuasi yang tidak terlalu berbeda, namun penurunan kandungan Fe rata-rata ditemukan pada 33 HST. Kandungan P rata-rata mengalami kenaikan pada 18 HST, kemudian pada 33 HST mengalami fluktuasi yang beragam pada setiap posisi dan sistempemberian air. Ketersediaan SiO_2 dapat meningkatkan reaksi hidrolisis Al sehingga aktifitasnya menurun dan SiO_2 juga dapat menggantikan fiksasi P oleh Al dan Fe sehingga P menjadi tersedia.

5.2 Saran

Sumbangan SiO_2 dari air irigasi dan tanah sawah Jorong Koto Agung Kiri, Blok B Sitiung I, Nagari Sungai Duo, Kecamatan Sitiung, Kabupaten Dharmasraya sudah cukup untuk pertumbuhan tanaman padi, namun pengaturan sistem irigasi dan drainase masih diperlukan agar kebutuhan SiO_2 bagi tanaman padi terpenuhi. Namun jika tidak ada penambahan SiO_2 dari luar, dikhawatirkan tanah akan kekurangan SiO_2 dalam jangka panjang karena terangkut panen dan tercuci serta hanyut bersama air drainase. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pada tanah sawah bukaan baru, dan perlu dilakukan pengaturan air dengan penggenangan selama 9 hari diselingi dengan 3 hari pengeringan dan mempertimbangkan kandungan Fe yang tinggi pada tanah sawah bukaan baru.

RINGKASAN

Meningkatnya permintaan beras sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk merupakan salah satu permasalahan pangan Indonesia. Indonesia juga tidak bisa selalu bergantung pada beras impor, sebab kondisi ketersediaan beras di pasar internasional juga tidak mencukupi. Masalah lain yang juga ikut memperburuk kondisi ini adalah alih fungsi lahan, seperti konversi lahan pertanian, khususnya lahan sawah untuk keperluan nonpertanian terus terjadi seolah tanpa kendali. Hal itu akan sangat berpengaruh terhadap ketahanan pangan nasional, karena konversi lahan justru banyak terjadi di daerah-daerah yang menjadi sentral produksi beras nasional, termasuk Sumatera Barat. Tingginya tingkat alih fungsi lahan sawah merupakan ancaman serius bagi pencapaian ketahanan pangan dimasa yang akan datang serta akan meningkatkan ketergantungan Indonesia terhadap beras impor.

Salah satu solusi untuk masalah tersebut adalah melalui pencetakan sawah baru dengan memanfaatkan lahan-lahan marginal, baik lahan kering marginal, lahan gambut dan rawa dengan jenis tanah ultisol dan oxisol. Hampir setiap pulau di Indonesia terdapat lahan dengan jenis ini seperti di Kalimantan, Papua, Sumatera dan Sulawesi berturut-turut seluas \pm 30,01 juta hektar, 21,81 juta hektar, 20,05 hektar dan 14,68 juta hektar (Noor, 1996).

Tanah-tanah sawah bukaan baru tersebut memiliki kandungan hara yang rendah dengan berbagai persoalan keracunan unsur lainnya, sehingga produksi tanaman padi belum cukup optimal. Salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah dengan menambah silika ke dalam sawah. Sebagai unsur hara nonessensial, silika luput dari perhatian para petani sawah. Ini terbukti dengan tidak adanya penambahan silika ke tanah sawah selama ini.

Sanchez (1992) mengemukakan bahwa penggunaan Si pada tanah sawah dapat menaikkan hasil karena tumbuh daun yang lebih tegak, ketahanan yang lebih besar terhadap serangan hama penyakit, penyerapan besi (Fe) dan Mangan (Mn) yang lebih rendah jika berada pada kadar meracun dalam tanah dan menaikkan daya mengoksidasi dari akar padi.

Penelitian dilaksanakan di Jorong Koto Agung Kiri, Blok B Sitiung I, Nagari Sungai Duo, Kecamatan Sitiung, Kabupaten Dharmasraya dan Laboratorium Kimia Tanah Faperta Unand pada bulan April sampai bulan September 2011. Penelitian ini berbentuk percobaan dilapangan dengan 3 perlakuan yang terdiri dari 3 posisi petakan, sebagai perlakuannya adalah perbedaan waktu pemberian air irigasi. Masing - masing perlakuan terdiri dari posisi 1, posisi 2 dan posisi 3. Perlakuan berdasarkan waktu pemberian air irigasi: (A) pemberian air irigasi selama 3 hari, diselingi dengan 3 hari pengeringan, (B) pemberian air irigasi selama 6 hari, diselingi dengan 3 hari pengeringan dan (C) pemberian air irigasi selama 9 hari, diselingi dengan 3 hari pengeringan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa posisi petakan dan modifikasi sistem pemberian air irigasi akan mempengaruhi kesetimbangan unsur hara Silika (SiO_2) yang masuk dan keluar pada setiap posisi petakan selama satu musim tanam. Input SiO_2 terbaik adalah pada penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan yaitu sebesar 11.8 kg/ha/momen irigasi pada posisi I dan 11.55 kg/ha/momen irigasi pada posisi II. Posisi I sebagai posisi petakan yang terdekat dengan saluran irigasi mendapatkan air dari irigasi secara langsung memiliki input SiO_2 yang lebih besar jika dibandingkan dengan posisi petakan II dan III. Total input perlakuan A pada posisi I sebesar 122.46 kg/ha/musim tanam, posisi II sebesar 109.35 kg/ha/musim tanam dan posisi III sebesar 107,01 kg/ha/musim tanam. Total input perlakuan B pada posisi I sebesar 82.65 kg/ha/musim tanam, posisi II sebesar 80.85 kg/ha/musim tanam dan posisi III sebesar 76.31 kg/ha/musim tanam dan total input perlakuan C pada posisi I sebesar 53.3 kg/ha/musim tanam, posisi II sebesar 50.63 kg/ha/musim tanam dan posisi III sebesar 45.33 kg/ha/musim tanam.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penelitian Tanah. 2010. Mengenal Silika sebagai Unsur Hara. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id>. Voume 32 Nomor 3.
- Balai Penelitian Tanah. 2011. Sumber Hara Silika untuk Pertanian. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id>. Voume 33 Nomor 3
- Burbey, Z., Hamzah dan Zaini, Z. 1990. Pengendalian Keracunan Besi di Lahan Mineral Masam. *Dalam* Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaian Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi di Padang. Fakultas Pertanian Universitas Eka Sakti Padang dan Balitan Sukarami Solok. Hal 367-385.
- Darmawan., Kazutake K., Arsil, A., H, Subagjo, T. Masunaga and T Wakatsuki. 2006. The Effect of Long-term Intensive Rice Cultivation on the Available Silica Content of Sawah Soils : the Case of Java Island, Indonesia. *Soil Science and Plant Nutrion*, Vol,52(6). pp : 745 – 753.
- Darmawan. 2008. Pengaruh Pemakaian Air Irigasi Berulang terhadap kesetimbangan hara dan efisiensi pemupukan pada lahan sawah intensif. Universitas Andalas. Padang. 47 halaman.
- De Datta. S. K. 1981. Principles and Practices of Rice Production. International Rice research Institute. Los Banos, Philippines. 419 halaman.
- Faisal, A. 1984. Batas Kritis Silikon pada Berbagai Tanah. Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Food Agriculture Organization.2002. FAO Rice Information.Vol.3. Rome
- Hakim. N., Nyakpa, M. Y., Lubis, A.M, Pulung, M.A., Saul, M.R., Diha, M.A., Hong, G. B. dan Bailey. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. Lampung. 448 halaman.
- Hanafiah, K,A. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 360 hal.
- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah (Edisi Baru). Jakarta. Akademika Pressindo. 286 hal
- International Institute of Tropical Agriculture. 1990. Selected Methodes for Soil and Plant Analysis. Oyo Road. Ibadan. Nigeria. 70 hal
- IRRI. 1993. Annual Report. International Rice Research Institute. Los Banos, Laguna, Philipina. 24 hal

- Komdorfer, G and Lepsch, I. 2001. Effect of Silicon on Plant Growth and Crop Yield. In *Silicon and Agriculture*. Ed. Datonoff L, Komdorfer G, Syender. New York : *Elsevier Science*. Hal 133-147.
- Kono, M. 1969. Effectiveness of Silicate Fertilizer to Japonic Varieties. *Trop. Agric.Res.Ser.* Hal 241-247.
- Kyuma, K. 2004. *Paddy Soil Science*. Kyoto University. Press and Trans Pacific Press. Melbourne. 280 hal.
- Lee, B. W. 2001. Rice Culture Practice in Asia. In : *Rice Culture in Asia*. International Comission on Irrigation and Drainage, and Korean National Comitte on Irrigation and Drainage. Korea. 54 pp.
- Lopulisa, C. 1990. Karakteristik Lahan Bukaam Baru, Potensi dan Kendalanya dalam Menunjang Pelestarian Swasembada Pangan. *Dalam* Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaam Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi di Padang. Fakultas Pertanian Universitas Eka Sakti Padang dan Balitan Sukarami Solok. Hal 179-192.
- Ma, J.F and Takahashi. 2002. *Soil, Fertilizer and Plant Silicon Research in Japan*. Amsterdam. Elsevier. Amsterdam. Netherlands.
- Makarim, A., E, Suhartatik dan A, Kartohardjono. 1995. Silikon Hara Penting Tanaman Padi. <http://www.kimia-lipi.net/index> [22 Oktober 2007]. Hal 195-204.
- Nyakpa M. Y., A. M., Pulung, M.A., Ghaffar, A., Amrah., Munawar., Hong, G.B. dan Hakim, N. 1988. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung. Lampung. 258 hal.
- Otsuka, K. 2000. Role of Agriculture Research in Poverty reduction : lesson from the Asian experience. *Food Policy*, 447-462 hal.
- Patrick, Jr W.H and Reddy, C.N. 1978. Chemical Changes in Rice Soils. In: *Soil and Rice*. P. 361-380
- Ponnamperuma, F.N. 1985. Chemical Kinetics of Wetland Rice Soils Relative to Soil Fertility. In : *Wetland Soils: Characterization, Clasification and Utilization*, p. 71-90. Los Banos, Laguna, Philippines The International Rice Research Institute.
- Prasetyo, H.B., S. J., Adiningsih, K.Subagyono, M.D.R. Simanungkalit. 2004. Mineralogi Kimia, Fisika dan Biologi Lahan Sawah dalam Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Halaman 29-56.



- Puslitbangtan. 1992. Arah dan Strategi Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan dalam PJPT II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian : Deptan. 33 halaman.
- Rosmarkam, A dan N. W. Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius. Yogyakarta. 224 halaman.
- Rusman. B. 1990. Prospek pengembangan Sawah Bukaan Baru pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *Dalam* Prosiding Pengellaan Sawah BUkaan Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Progran Transmigrasi di Padang. Fakultas Pertanian Universitas Eka Sakti Padang dan Balittan Sukarami Solok. Hal 309 – 315.
- Sanchez, P.A. 1993. Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika Jilid 2. Terjemahan Amir Hamzah dari Properties and management of Soil in the Tropics 1st edition. ITB Bandung.
- Santoso, D., Suwarto dan S. E. Apriliana. 1983. Penuntun Analisis Tanaman. Pusat Penelitian Tanah. Bogor. 47 hal
- Satari G, Nurpilihan dan Y. Sumarni. 1990. Masalah Keracunan Besi dan Keragaman Tanaman Pai pada Agroekosistem Sawah. *Dalam* Prosiding Pengelolaan Lahan Sawah Bukaan Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi di Padang. Fakultas Pertanian. Universitas Eka Sakti Padang dan Balittan Sukarami Solok. 329-341 hal.
- Situmorang, P dan U. Sudadi. 2001. Tanah Sawah. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor. 104 halaman.
- Suharta., N. Alkasuma, H. Sukardi. 1994. Karakteristik Tanah dan Penyebarannya di daerah Irigasi Air Kasie II Lubuk Lingggau Sumatera Selatan dalam Karama, As (Eds). Risalah Hasil Penelitian Sumber Daya Lahan Untuk Pengembangan Sawah Irigasi di Sumatera. Puslittanak. Bogor. Halaman 15-36
- Sudadi, U. 2002. Produksi padi dan Pemanasan Global : Tanah Sawah Bukaan Baru Sumber Utama Emisi Metan.
http://tumoutou.net/702_04212/untung_sudadi.htm. (10 Mei 2008).
- Syahbuddin, H. 2006. An Experimental Investigation on Water Budget between Atmospheric Boundary Layer and Soil at Kototabang, West Sumatera, Indonesia. Doctoral Dissertation. Kobe University, Japan. 185 p

Team 4 Architects and Consulting Engineers bekerja sama dengan Fakultas Pertanian Universitas andalas. 1981. Sumatera Agriculture Research Project no : 497 – 0267. Laporan Survey tanah dan Kesesuaian Lahan Balai Penelitian Tanaman Sukarami. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.

Yukamgo, Edo dan W. Y. Nasih. 2005. Peran Silikon Sebagai Unsur Bermanfaat Pada Tanamaman Tebu. <http://www.soil.faperta.ugm.ac.id>. [2007]

Lampiran 1. Jadwal Kegiatan Penelitian

		2011																							
No	Kegiatan	April				Mei				Juni				Juli				Agustus				September			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1.	Persiapan lahan			X	X																				
2.	Penanaman				X																				
3.	Penggenangan				X	X	X	X	X	X	X	X	X												
4.	Pemupukan				X			X																	
5.	Pengambilan sampel tanah awal				X																				
6.	Pemeliharaan					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
7.	Pengambilan sampel air					X	X	X	X	X	X	X	X												
8.	Panen dan pengambilan sampel tanah akhir dan tanaman																X	X	X						
9.	Analisis air, tanah dan tanaman																	X	X	X	X				

Lampiran 2. Bahan Kimia yang Digunakan di Laboratorium

No	Nama	Jumlah
1	Asam Sitrat	15 g
2	Amonium Molibdat	7,5 g
3	H ₂ SO ₄ pekat	100 ml
4	Asam Tartarat	75 g
5	Natrium Sulfida	0,7 g
6	1 – amino – 2 – naftol – 4 – asam sulfonat	0,7 g
7	Natrium bisulfit	9 g
8	Aquadest	13 liter
9	Larutan Si standar	50 ml
10	HCl pekat	50 ml
11	NaOH	200 g
12	Buffer pH 4 dan 7	4 ampul
13	Batu didih karborandum	25 g
14	Kwarsa	35 g
15	Indikator Conway	50 ml
16	Amonium asetat	37 g
17	Alkohol 70 %	500 ml
18	H ₂ O ₂	20 g

Lampiran 3. Alat-alat yang Digunakan Selama Penelitian

No	Nama	Jumlah
1	Botol film	30 buah
2	Erlenmeyer (50, 100, 250 ml)	20 buah
3	Buret	2 buah
4	Corong	2 buah
5	Gelas ukur (10, 25, 50 ml)	4 buah
6	Gelas piala (500 ml)	4 buah
7	Labu ukur (50, 100 ml)	5 buah
8	Pipet takar (5, 10, 25 ml)	1 buah
9	Pipet tetes	2 buah
10	Atomic absorbtion spectrophotometer	1 unit
11	Mesin kocok	1 unit
12	Oven	1 unit
13	Eksikator	1 unit
14	pH meter	1 unit
15	Penagas air	1 unit
16	Spectrophotometer	1 unit
17	Timbangan analitik	1 unit
18	Kertas saring	4 lembar
19	Ayakan 2 mm	1 buah
20	Botol semprot	1 buah
21	Kompor listrik	1 unit
22	Pengaduk gelas	1 buah
23	Alat destilasi	1 unit
24	Cangkul	2 buah
25	Kantong plastik	20 lembar
26	Botol plastik	120 buah
27	Karet gelang	0,25 kg
28	Kertas label	5 lembar
29	Alat tulis	1 set
30	Pisau	1 buah
31	Cawan Platina	9 buah

Lampiran 4. Prosedur Analisis Tanah dan Air Irigasi di Laboratorium.

A. Penetapan pH dengan pH meter (Bates, R.G, 1954 dalam International Institute of Tropical Agriculture, 1990).

Pereaksi : Aquades, Standar pH 7 dan pH 4

Prosedur Kerja : sebanyak 10 g tanah (lolos ayakan 2 mm) dimasukkan ke dalam tabung film dan ditambahkan 25 ml aquadest, dikocok dengan mesin kocok selama 30 menit dan biarkan selama 10 menit. Kemudian diukur dengan pH meter dimana sebelumnya ditetapkan standar dengan buffer pH 7 dan 4. Setelah pengukuran selesai, elektroda dibilas dengan aquadest dan lap dengan tissue.

B. Penetapan kapasitas tukar kation (KTK) dengan metode Leaching (Pencucian) dengan Amonium Asetat 1 N pH 7 (Hakim, 2007)

Pereaksi : Ammonium Asetat 1 N pH 7, alkohol 40%, NaOH 40%, H₂SO₄ 0,1 N, Indikator Conway, Asam Borat 4 %

Prosedur kerja : Ditimbang 2,5 g tanah yang lolos ayakan 2 mm dimasukkan ke dalam botol film, lalu ditambahkan 25 ml larutan amonium asetat. Kemudian dikocok dengan mesin pengocok selama 30 menit dan biarkan semalam. Besoknya larutan disaring dengan kertas saring dan ditampung dengan labu ukur 100 ml, pindahkan semua tanah pada botol film ke kertas saring dicorong. Sisa tanah dibilas dengan larutan Amonium Asetat 1 N pH 7 dari botol semprot sampai tersaring sempurna ke dalam labu ukur 100 ml. Pencucian diulangi selama beberapa kali sampai filtrat yang ditampung mencapai 50 ml. untuk menghilangkan sisa amonium yang tidak terjerap, cuci tanah pada kertas saring dengan alkohol. Pencucian diulangi sebanyak 3-4 kali. Kemudian sample tanah dan kertas saring dipindahkan ke dalam labu kjedahl lalu tambahkan 40 ml air aquadest dan tambahkan 20 ml NaOH 40 %. Kemudian hubungkan dengan alat destilasi. Hasil destilasi ditampung dengan erlenmeyer yang berisi 15 ml asam borat dan 3 tetes indikator conway. Destilasi dihentikan setelah destilat mencapai 40 ml dan warna telah berubah menjadi hijau kebiru-

biruan. Hasil destilat kemudian dititrasi dengan asam sulfat 0,1 N sehingga warna biru berubah menjadi merah muda.

Perhitungan :

$$\text{KTK (me/100 g)} = \frac{\text{ml H}_2\text{SO}_4 (\text{contoh-blanko}) \times \text{N H}_2\text{SO}_4}{\text{Berat Sampel tanah (gram)}} \times \text{KKA}$$

C. Penetapan K, Ca, Mg dapat ditukar dengan metode pencucian ammonium asetat (Hakim, 2007)

Pereaksi : Ammonium asetat pH 7 1N, alkohol 40%

Prosedur Kerja : sebanyak 2,5 g tanah yang lolos ayakan 2 mm ditambahkan dengan ammonium asetat pH 7 1N sebanyak 50 ml kocok selama 30 menit dan diamkan semalam. Besoknya disaring dan cukupkan volumenya menjadi 50 ml dengan alkohol. Untuk penetapan K, Ca, Mg tanah dilakukan pengenceran 10 kali (5 ml menjadi 50 ml), kemudian ekstrak diukur dengan AAS yang telah distandarkan menurut analisis yang telah dilakukan.

Perhitungan :

$$\text{K-dd (me/100 g)} = \frac{50/2,5 \times \text{ppm K} \times \text{KKA}}{20 \times \text{BE K}}$$

$$\text{Ca-dd (me/100 g)} = \frac{50/2,5 \times \text{ppm Ca} \times \text{KKA}}{20 \times \text{BE Ca}}$$

$$\text{Mg-dd (me/100 g)} = \frac{50/2,5 \times \text{ppm Mg} \times \text{KKA}}{20 \times \text{BE Mg}}$$

D. Penetapan Si-tersedia dengan metode Kalorimeter (International Institute of Tropical Agriculture, 1999)

Pereaksi : Aquadest, Asam Sitrat 1 %, Amonium Molibdat, larutan Asam Tartarat 10 %, Larutan Pereduksi.

Prosedur Kerja : Ditimbang 2 g sampel tanah dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml, lalu ditambahkan 100 ml asam sitrat 1 % . Larutan dikocok selama 2 jam kemudian didiamkan 1 malam. Lalu besoknya dikocok kembali selama 1 jam dan selanjutnya di sentrifuge selama 15

menit pada kecepatan 2000 rpm. Kemudian disaring dengan kertas saring whatman 42. Hasil saringan dipipet sebanyak 10 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml. Kemudian ditambahkan 1 ml ammonium molibdat dan diaduk hingga tercampur rata. Selanjutnya diaduk selama 10 menit. Setelah itu ditambah 4 ml asam tartarat, sambil diaduk selama 2 menit. Lalu ditambahkan 1 ml larutan pereduksi dan dicukupkan volumenya menjadi 100 ml dengan aquadest. Lalu dikocok hingga larutan menyatu dan dibiarkan selama 30 menit. Untuk larutan standar dilakukan pemipetan sebanyak 0, 1, 2, 4, 6 dan 8 ml Si 50 ppm dan masukkan ke erlenmeyer yang berbeda. Dicukupkan masing-masing dengan aquadest hingga 10 ml. Selanjutnya dilakukan prosedur yang sama dengan yang dilakukan pada sampel tanah. Pengukuran Si dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 618 μm .

Perhitungan :

$$\text{Si Larutan tanah (ppm)} = \frac{100}{2} \times \frac{100}{10} \times \text{Si larutan (ppm)} \times \text{KKA}$$

E. Penetapan Fe, Ca, Mg, K air irigasi

Prosedur kerja : sampel air disaring tanpa diekstrak terlebih dahulu seperti analisis tanah. Hasil saringan diambil sebanyak 20 ml dan dimasukkan ke dalam botol film. Kemudian langsung dianalisis kadar Fe dan unsur haranya dengan menggunakan AAS menurut standar yang telah ditentukan.

F. Penetapan P-tersedia

Prosedur Kerja : Sampel disaring dengan kertas saring, kemudian dipipet 5 ml dan dimasukkan ke dalam botol film. Kemudian ditambahkan 5 ml P-B dan 5 tetes P-C. Lalu didiamkan selama 15 menit dan selanjutnya diukur dengan Spektrofotometer pada panjang gelombang 660 μm dan dicatat nilai transmisinya dan nilai absorbannya.

Perhitungan :

$$\text{P tersedia} = \text{P larutan (ppm)} \times \text{Volume}$$

G. Penetapan Si-tersedia

Prosedur Kerja : Hasil saringan dipipet sebanyak 10 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml. Kemudian ditambahkan 1 ml ammonium molibdat dan diaduk hingga tercampur rata. Selanjutnya diamkan selama 10 menit. Setelah itu ditambah 4 ml asam tartarat, sambil diaduk selama 2 menit. Lalu ditambahkan 1 ml larutan pereduksi dan dicukupkan volumenya menjadi 100 ml dengan aquadest. Lalu dikocok hingga larutan menyatu dan dibiarkan selama 30 menit. Untuk larutan standar dilakukan pemipetan sebanyak 0, 1, 2, 4, 6 dan 8 ml Si 50 ppm dan masukkan ke erlenmeyer yang berbeda. Dicukupkan masing-masing dengan aquadest hingga 10 ml. Selanjutnya dilakukan prosedur yang sama dengan yang dilakukan pada sampel tanah. Pengukuran Si dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 618 μm .

Perhitungan :

$\text{Si tersedia} = \text{Si larutan (ppm)} \times \text{Volume}$

H. Penetapan pH air

Prosedur Kerja : penetapan pH air dapat dilakukan langsung dengan mengukur sampel air menggunakan pH meter

Lampiran 5. Prosedur Analisis Tanaman di Laboratorium.

1. Pembuatan ekstrak tanaman (Santoso *et al*, 1983)

Pereaksi : H_2SO_4 pekat, H_2O_2 30 % dan batu didih karborandum

Prosedur Kerja : Sebanyak 0,25 g sampel tanaman yang telah dihaluskan dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml, ditambah 2,5 ml H_2SO_4 pekat dan kira-kira 25 mg batu didih karborandum, lalu biarkan semalam untuk menghindari pembuihan yang berlebihan. Keesokan harinya dipanaskan selama 15 menit di atas penangas listrik, semula pada suhu rendah kemudian suhu dinaikkan sedikit demi sedikit hingga $\pm 150^\circ \text{C}$. Setelah kira-kira 30 menit ditambahkan 5 tetes H_2O_2 30 %, dalam selang waktu 10 menit. Pemberian H_2O_2 dilakukan berulang-ulang hingga cairan dalam labu ukur menjadi jernih. Selanjutnya dipanaskan pada suhu kira-kira 250°C , sampai cairan yang tertinggal $\pm 2,5$ ml. Larutan didinginkan dan disaring ke dalam labu ukur 50 ml, kemudian ditambahkan aquadest sampai mencukupi 50 ml, maka didapat ekstrak tanaman pekat. Larutan ini digunakan untuk penetapan N-total tanaman.

2. Penetapan Si tanaman (Santoso *et al*, 1983)

Pereaksi : HCl pekat, air panas

Prosedur Kerja : Sebanyak 0,2 g sampel tanaman yang telah halus kemudian dimasukkan ke dalam cawan platina yang telah diketahui bobotnya dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu antara 300°C - 600°C . Pada awalnya yaitu pada suhu 300°C selama 30 menit sampai mengarang. Kemudian pada suhu 600°C kira-kira 3 jam pengabuan akan sempurna. Kemudian didinginkan selama 45 menit dalam eksikator dan ditimbang (untuk penetapan Si). Abu dalam cawan platina dari bekas penetapan kadar abu dibasahi dengan air panas. Ditambahkan 3 ml HCL pekat dan diuapkan sampai kering di atas penangas air. Pekerjaan ini diulangi 2 kali, kemudian ditambahkan 1 ml HCl pekat dan 20 ml air panas dan dibiarkan di atas penangas air selama 5 menit. Selanjutnya disaring dengan kertas saring dan dibilas 4 kali dengan air panas. Setelah

itu dipindahkan ke dalam cawan kwarsa kering yang telah dipijarkan dan diketahui bobotnya, kemudian diovenkan mula-mula pada suhu 300° C. Setelah mengarang diteruskan pada suhu 600° C hingga tinggal endapan Si (putih). Kemudian dinginkan dalam eksikator selama 45 menit dan ditimbang.

Perhitungan :

$$\% \text{ Si} = \frac{\text{Berat Si (g)}}{\text{Berat Sampel Tanaman}} \times 100 \%$$

Serapan Si = % Si x berat kering oven tanaman (g/petak)

3. Penetapan Fe total tanaman dengan metode destruksi basah dengan $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (Piper, C.S, 1944 dalam International Institute of Tropical Agriculture, 1990).

Pereaksi : 1. Campuran $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (40 : 4 : 1); 400 ml HNO_3 dicampur dengan 40 ml HClO_4 dan 10 ml H_2SO_4 .
2. Larutan Natrium Nitrit 0,5%; setengah gram NaNO_2 dilarutkan dalam aquades dalam labu ukur 100 ml sampai tanda garis.

Prosedur kerja : Ditimbang 1 g sampel tanaman yang telah dihaluskan dengan grinder dan dimasukkan dalam labu ukur 50 ml. Ditambah dengan 10 ml campuran $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ dan dibiarkan semalam atau sampai bereaksi sempurna dan keesokan harinya didestruksi diatas penangas listrik. Mula-mula pada suhu 80°-90°C, setelah kira-kira 45 menit suhu dinaikkan sampai sekitar 150°-170°C. Setelah itu suhu dapat ditingkatkan lagi (maksimum 210°). Destruksi sempurna setelah larutan menjadi jernih. Larutan didinginkan, ditambah 10 ml aquades dan 1 ml larutan NaNO_2 dipanaskan sampai mendidih selama 10 menit. Didinginkan, diencerkan dengan aquades sampai tanda garis, dikocok dan disaring. Dari saringan yang ditampung dalam erlenmeyer diukur Fe-nya dengan AAS.

Perhitungan :

$$\text{Fe (ppm)lanko} = (\text{ppm Fe dalam ekstrak} \times \frac{A}{W_t})$$

Keterangan : A = total volume pengekstrak (ml)

W_t = Berat kering akar (g)

4. Penetapan Fosfor (P) tanaman (Santosoet al, 1983)

Pereaksi : Asam sulfat 5 N, ammonium molibdat 4 %, kalium antimonil tartarat, asam askorbat 0,1 N, asam sulfat 0,15 N dan larutan standar 1000 ppm P.

Prosedur kerja : Pipet cairan destruksi encer sebanyak 5 ml dan masukkan ke dalam tabung erlemeyer 50 ml. Untuk penetapan deret standar P, dipipet masing-masing 5 ml deret standar P ke dalam erlemeyer 50 ml. Deret standar yang mengandung 0 ppm P yang digunakan untuk menyetel titik 100% T pada kolorimeter. Ditambahkan 20 ml campuran pereaksi P dan dikocok. Setelah 15 menit diukur dengan kolorimeter filter 693 mμ dan kuvet 1 cm. Deret standar P digunakan sebagai pembanding P dan sampel. Mula-mula diukur deret standar P kemudian baru contoh. T (Transmittance) dibaca pada kolorimeter.

Perhitungan :

$$\% P = 0,2 \times \text{ppm P dari kurva setelah koreksi blanko} \times \text{KKA}$$

$$\text{Serapan P} = \% P \times \text{berat kering tanaman (kg/petak)}$$

Lampiran 6. Deskripsi Tanaman padi Varietas Mekongga

Nomor seleksi	: S3383-1D-PN-41-3-1;
Asal persilangan	: IR18349-53-1-3-1-3/2*IR19661-131-3-1 3//4*IR64;
Golongan	: Cere;
Umur tanaman	: 116 – 125 hari;
Bentuk tanaman	: Tegak;
Tinggi tanaman	: 107 – 115 cm;
Anakan produktif	: 14 – 17 batang;
Warna kaki	: Hijau;
Warna batang	: Hijau;
Warna telinga daun	: Tidak berwarna;
Warna lidah daun	: Tidak berwarna;
Warna daun	: Hijau;
Muka daun	: Kasar pada sebelah bawah;
Posisi daun	: Tegak;
Daun bendera	: Tegak;
Bentuk gabah	: Panjang ramping;
Warna gabah	: Kuning bersih;
Kerontokan	: Sedang;
Kerebahan	: Sedang;
Tekstur nasi	: Pulen;
Kadar amilosa	: 23%;
Bobot 1000 butir	: 28 g;
Rata-rata hasil	: 6,0 ton/ha GKG;
Potensi hasil	: 8,5 ton/ha GKG;
Ketahanan terhadap	:
Hama	: Tahan terhadap wereng coklat biotipe 2 dan agak tahan biotipe 3
Penyakit	: Tahan terhadap hawar daun bakteri strain III dan IV;
Anjuran tanam	: Baik ditanam di lahan irigasi dataran rendah sampai 500 mdpl;
Pemulia	: Tarjat T, Z. A. Simanullang, E. Sumadi dan Aan A. Darajat;
Dilepas tahun	: 2000

(Sumber : Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 2007).

Lampiran 7. Kriteria Sifat Kimia Tanah

Sifat Tanah*)	Nilai				
	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi
K-dd (me/100 g)	< 0,1	0.1 – 0.2	0.3 – 0.5	0.6 – 1.0	> 1.0
Ca-dd (me/100 g)	< 2	2 - 5	6 - 10	11 - 20	> 20
Mg-dd (me/100 g)	< 0,4	0.4 – 1.0	1.1 – 2.0	2.1 – 8.0	> 8.0
Na-dd (me/100 g)	< 0,1	0.1 – 0.3	0.4 – 0.5	0.6 – 1.0	> 1.0
KTK (me/100 g)	< 5.0	5 – 16	16 – 24	25 – 40	> 40
Kejenuhan basa (%)	< 20	20 - 35	36 - 50	51 - 80	> 80
Fe-dd (ppm)	< 1	1.0 - 4.9	5.0 - 18.9	19 – 56	> 56
P-tersedia (ppm)**)	< 5.0	5 - 14	15 - 39	40 – 60	> 60

pH Tanah*)	Nilai					
	Sangat masam	Masam	Agak masam	Netral	Agak alkalis	Basa
pH H ₂ O	< 4,5	4,5 - 5,5	5,6 - 6,5	6,6 - 7,5	7,6 - 8,5	> 8,5

Sifat Kimia Tanah***)	Nilai		
	Sangat Kurang	Kurang	Cukup
Si-tersedia (ppm)	<39	39-69	>69

Sumber :

*) Staf pusat Penelitian Tanah (1983; *cit.* Hardjowigeno, 2003)

**) Team 4 Architects and Consulting Engineers bekerjasama dengan Fakultas Pertanian Universitas Andalas (1981)

***) Team teknis Tanah dan Air Fatemata IPB (*cit.* Faisal, 1994)